Università degli Studi di Milano – Bicocca

SCUOLA DI SCIENZE

Dipartimento di Scienze dell'Ambiente e del Territorio e di Scienze della Terra
Corso di Laurea Magistrale in Scienze e Tecnologie per l'Ambiente e il Territorio

Filiera biomassa energia: analisi sostenibilità secondo il metodo SWOT a partire dall'esperienza della centrale di teleriscaldamento di Tirano

Relatore:
Prof.ssa Sandra Citterio

Correlatori:
Dott.ssa Vanessa Gallo

Tesi di Laurea di:
Mattia Sirtori

Matricola:
713097

Anno Accademico 2012/2013

Sommario

Ringraziamenti

Desidero innanzitutto ringraziare la Prof.ssa Sandra Citterio per avermi concesso la possibilità di approfondire un tema così interessante. Inoltre, ringrazio sentitamente la dott.ssa Vanessa Gallo e il Dott. Marco Migliavacca per tutti i consigli, l'aiuto e la presenza costante durante il lavoro svolto.

Vorrei poi ringraziare l'ing. Giulio Pennati, lo staff della centrale di teleriscaldamento di Tirano e i soggetti intervistati per la disponibilità, l'aiuto e il materiale fornitomi per la stesura di questa tesi.

Infine ringrazio i miei genitori, i miei familiari e i miei amici più cari per avermi incoraggiato e aiutato nei momenti difficili e per essermi stati sempre vicini lungo tutta la mia esperienza universitaria.

Mattia Sirtori

Introduzione

Il lavoro svolto nasce dall'interesse e del desiderio di discernere le diverse potenzialità di impiego delle biomasse a fini energetici, partendo dall'analisi del distretto energetico della Valtellina.

L'analisi svolta riguarda la sostenibilità della filiera biomassa-energia valutando l'impatto generato nel tempo dalla centrale di teleriscaldamento a biomassa legnosa lungo i diversi anelli della filiera. Lo studio parte dalla descrizione del settore legno-energia, definendo le biomasse a fini energetici, individuandone le caratteristiche, le tecnologie di trasformazione e riportando il quadro di riferimento per le misure di incentivazione. La finalità è stata quella di creare una mini guida in grado di fornire informazioni sull'uso virtuoso di questa fonte rinnovabile, dissipando le preoccupazioni e la disinformazione spesso causa della sindrome di Nimby. Inoltre si è evidenziata la relazione tra lo sfruttamento di questa risorsa energetica e la mitigazione del rischio idrogeologico, tema di grande attualità date le caratteristiche morfologiche del territorio italiano.

La seconda parte è stata dedicata alla ricerca sul campo e alla conoscenza diretta del comparto attraverso interviste rivolte ai principali stakeholder della filiera locale. Il metodo utilizzato per la rielaborazione delle informazioni e dati acquisiti è stato quello della cosiddetta analisi SWOT (Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats), strumento normalmente utilizzato nell'analisi territoriale, quali ad esempio la definizione dei Piani di Sviluppo Rurale – PSR. In particolare, in ogni fase della filiera legno–energia sono stati identificati i punti di forza, debolezza, opportunità e minacce.

Capitolo 1
Il contesto energetico attuale e la definizione di biomassa.

1.1 Analisi contesto energetico internazionale

Il contributo dei combustibili fossili alla produzione di energia è ancora oggi predominante.

Secondo i dati pubblicati dalla WEO (World Economic Outlook) nel 2011, il petrolio rappresenta la fonte maggiormente utilizzata: il 33% della domanda finale mondiale (anno 2009), che è stata pari a 12.132 MTep[1], seguito dal carbone (27,1 %) e dal gas naturale (20,93 %). Sebbene il petrolio rimanga il combustibile predominante, il carbone ha rappresentato quasi il 50 % dell'incremento della domanda globale di energia per fonte dal 2000 al 2010, a causa soprattutto del consumo della Cina che rappresenta la metà della domanda mondiale di questo combustibile. Attualmente sono ben noti i problemi derivanti dallo sfruttamento dei combustibili fossili per uso energetico, principalmente sono di tipo ambientale e di tipo socio-economico. L'estrazione, il trasporto, il trattamento ma soprattutto l'uso finale dei combustibili di origine fossile, hanno impatti nocivi sull'ambiente, causando effetti negativi diretti e indiretti sull'economia e sulla salute dell'uomo. Durante questi processi può accadere che si verifichi una fuoriuscita di petrolio con conseguenze gravi, basti pensare agli innumerevoli incidenti accaduti negli ultimi 40 anni, di cui il più recente e disastroso è rappresentato dall'esplosione e dall'affondamento della piattaforma petrolifera Deepwater Horizon (Golfo del Messico) il 20 aprile 2010. Il danno ecologico maggiore prodotto dai combustibili fossili, tuttavia, avviene durante il processo di combustione, indifferentemente dall'uso finale, sia esso la produzione di calore, il trasporto o la produzione di elettricità; vengono immessi vari prodotti tra cui gas (anidride carbonica CO_2, monossido di carbonio CO, ossidi di zolfo SO_X , ossidi di azoto NO_x), fuliggine e ceneri rilasciati direttamente nell'atmosfera causando l'inquinamento dell'aria che respiriamo; ciò comporta, principalmente a livello locale, danni per la salute degli uomini, animali, colture e danni agli edifici. I gas primari citati, una volta in atmosfera, possono dar luogo a reazioni chimiche e diventare inquinanti secondari come nitrati, acidi ed aerosol.

Le emissioni di ossidi di zolfo e di azoto causano le piogge acide, poiché questi composti nelle nubi e nelle gocce di pioggia formano acido solforico e acido nitrico altamente pericolosi.

Altri prodotti rilasciati in atmosfera, prevalentemente CO_2 assieme ad altri gas sono invece efficaci a livello globale, e sono considerati tra i responsabili dei cambiamenti climatici dovuti alla alterazione dell'effetto serra. L'effetto serra è un meccanismo naturale da cui dipende la capacità del pianeta di trattenere nella propria atmosfera parte del calore proveniente dal sole e riflesso dal pianeta. Esso fa

[1] Milioni di tonnellate di petrolio equivalenti, 1TEP = 11630 KWh.

parte dei complessi sistemi di regolazione dell'equilibrio termico grazie al quale è possibile lo sviluppo e il mantenimento della vita sulla Terra. Questo effetto è influenzato dai gas serra presenti nell'atmosfera terrestre, che risultano essere trasparenti alla radiazione solare in ingresso ma in grado di assorbire e riflettere la radiazione infrarossa emessa dalla superficie terrestre, dall'atmosfera e dalle nuvole: ciò comporta l'aumento delle temperature e quindi un conseguente squilibrio termico.

L'inquinamento atmosferico dovuto alla continua e crescente combustione di fonti fossili e ad altri fattori di origine antropica (deforestazione tropicale, agricoltura industrializzata e l'estensione della zootecnia) determina un aumento dei gas serra in particolare della CO_2, del metano (CH_4), del protossido di azoto o ossido di diazoto (N_2O) e degli alocarburi[2] innalzando così l'effetto serra naturale. Con il passare degli anni la concentrazione dell'anidride carbonica nell'aria risulta essere in aumento: infatti analizzando il trend storico degli ultimi 100 anni, si è registrato un incremento da 300 ppm[3] agli attuali 390 ppm. Inoltre, dall'inizio dell'era industriale, la concentrazione di CO_2 nell'atmosfera è aumentata di oltre il 30 %, di cui il 20 % solo negli ultimi 50 anni, ed un innalzamento della temperatura media del pianeta negli ultimi 80 anni. Ogni giorno vengono bruciati per scopi industriali, per riscaldamento e autotrasporto circa 75 milioni di barili[4] di petrolio; gli effetti che ne conseguono sono evidenti, scioglimento delle calotte polari, aumento del livello dei mari e cambiamenti climatici che si manifestano in ondate di calore, siccità, inondazioni, tempeste e uragani più violenti e più frequenti, incremento incendi boschivi, invasione di specie esotiche pericolose, ecc.. Aumentando la concentrazione di questi gas in atmosfera aumenta il calore trattenuto e quindi la temperatura media del pianeta cresce.

1.2 Politica energetica UE

Questa tesi[5], ancora oggi oggetto di discussioni, è stata accettata dai paesi nel mondo che hanno ratificato il protocollo di Kyoto nel 1997, ossia un primo patto internazionale per il controllo delle emissioni di gas climalteranti e soprattutto il riconoscimento ufficiale della necessità di una trasformazione del sistema energetico mondiale sia per ridurre l'impatto ambientale legato alla produzione di energia sia per garantire la disponibilità futura di energia in forma sicura, affidabile e rinnovabile. A prova di questo primo cambiamento il Parlamento Europeo ha approvato il cosiddetto "pacchetto clima-energia 20-20-20" (Direttiva 2009/28/CE) che prevede entro il 2020: la riduzione del 20% delle emissioni di gas a effetto serra rispetto a quelle del 2005; di portare al 20% il risparmio energetico; di soddisfare il 20 % del consumo di energia nei Paesi dell'Unione attraverso

---

[2] Tra questi gas i più conosciuti sono i clorofluorocarburi (CFC), gli idroclorofluorocarburi (HCFC), e gli idrofluorocarburi (HFC).

[3] Parti per milione, è una unità di misura adimensionale che indica un rapporto tra quantità misurate omogenee di un milione a uno, è equivalente alla quantità assoluta frazionale moltiplicata per un milione (10^6).

[4] Un barile contiene 160 litri di petrolio grezzo.

[5] Il rapporto tra emissioni gas serra e cambiamenti climatici.

fonti rinnovabili. In particolare la quota di energia da fonti rinnovabili sul consumo finale di energia al 2020 fissata per l'Italia è pari al 17 %. Per assolvere a questi obiettivi è fondamentale applicare una serie di accorgimenti tra cui i più importanti sono il risparmio energetico e l'utilizzo di fonti energetiche alternative. La prima misura è realizzabile nel breve tempo e può dare subito buoni risultati nella riduzione di emissioni; esso non va considerato come una riduzione del benessere ma come un utilizzo attento delle risorse disponibili; a titolo di esempio, una famiglia americana consuma annualmente più del doppio dell'energia elettrica consumata da una famiglia tedesca, e quest'ultima presenta standard di vita sicuramente alti. Gli obiettivi da raggiungere sono l'incoraggiamento all'efficienza energetica, un aumento della consapevolezza nei consumi, l'uso razionale delle fonti energetiche e un modello di sviluppo basato anche sui principi dell'ecologia e non solo su quelli dell'economia.

Per quanto riguarda le fonti energetiche alternative, è necessario porsi in un contesto di mix energetico, in quanto non esiste un'unica fonte in grado di soddisfare la richiesta globale. Le principali tecnologie di sfruttamento di fonti di energia alternative sono: il nucleare; la geotermia e le fonti rinnovabili come l'energia idroelettrica, l'energia solare, le biomasse, il vento, le maree e le correnti oceaniche. Le fonti rinnovabili hanno il pregio di rigenerarsi in tempi relativamente brevi e quindi sono ottimali per lo sfruttamento da parte dell'uomo; se gestite in modo razionale, possono essere considerate praticamente inesauribili. Il difetto principale di quasi tutte è la loro naturale discontinuità, ad esempio la luce solare è presente solo durante il giorno, il vento ad eccezione di alcune zone (venti Alisei) non è costante, e dipendono da fenomeni fisici non regolabili sulla base dei consumi come ad esempio la radiazione solare che varia al variare del ciclo giornaliero e di quello stagionale. Altro inconveniente è rappresentato dalle dimensioni degli impianti a FER (Fonti Energetiche Rinnovabili) rispetto a quelli tradizionali. Nell'idroelettrico sono necessarie dighe che sommergono vaste zone, nell'eolico i mulini si vedono a grandi distanze mutando il paesaggio, nel fotovoltaico quando la produzione sarà rilevante serviranno grandi estensioni di pannelli, che data la bassa efficienza necessitano di ampie superfici, anche se magari integrate sulle abitazioni. Anche il geotermico modifica il paesaggio con i suoi vapordotti, anche se la fonte in questo caso non è dispersa ma concentrata nel suolo. Non fanno eccezione le biomasse, per le quali le estensioni di alberi o di colture energetiche, pur vastissime, non vengono percepite come intrusive, mentre gli impianti sono, a parità di potenza, più grandi degli impianti tradizionali. Quest'ultima tecnologia se usata e realizzata secondo canoni di gestione sostenibile, per il caso di biomassa legnosa, può rappresentare una risorsa strategia sia nella riduzione di emissioni di gas serra che nella riduzione della dipendenza da fonti fossili esterne. Secondo i dati della WEO (2011), il trend di crescita media annua delle FER si attesta intorno all' 1,8 % dal 1990, ma esse rappresentano ancora una piccola frazione dell'offerta primaria di energia termica (13%), essenzialmente attraverso la biomassa solida

(10%). Il contributo delle rinnovabili nella produzione elettrica mondiale nel 2009 corrisponde invece al 19,3 % del totale di cui la maggior parte proviene dall'idroelettrico (16,3 %).

1.3 Situazione energetica Italiana

Tra i Paesi più industrializzati l'Italia è la nazione con il minor tasso di auto-approvvigionamento di energia, infatti dipende per l'81 % dall'estero, contro una media europea del 54 %. Secondo i dati (2011) forniti dal Ministero dello Sviluppo Economico (MSE) i principali Paesi da cui importiamo petrolio sono: Iran (29,2 %), Arabia Saudita (28,9 %) e la Libia (11,9 %), per al gas naturale sono: Algeria (32,7 %) e la Russia (28 %), in fine per quando riguarda l'energia elettrica, i principali Paesi sono la Francia e la Svizzera.

L'Italia presenta una marcata dipendenza da fonti fossili come il petrolio e il gas naturale che da soli rappresentano circa il 76 % della domanda primaria di energia (fig. 1.1) .

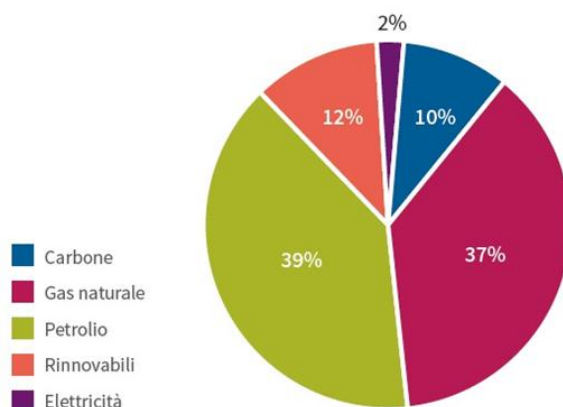



Figura 1.1 - Domanda di energia primaria per fonte. (ENEA su dati Eurostat, 2011).

Nel 2011, I consumi finali di energia si sono attestati sui 122 Mtep circa, subendo una contrazione del 2 % rispetto all'anno prima, per effetto di una modesta riduzione dei consumi dell'industria e dei settori del commercio, pubblica amministrazione e residenziale (-3%), dovuta alla crisi in atto.

Inoltre la produzione di energia da FER è aumentata del 10 % rispetto all'anno precedente giungendo a quota 17,9 Mtep; fonti non tradizionali come fotovoltaico, eolico, rifiuti e biomasse, presentano in percentuale l'incremento più significativo, ma il fabbisogno interno di rinnovabile è coperto anche dall'importazione di biomasse e biocombustibili.

A partire dal 1999 con il "decreto Bersani" (D.L. 79/99, come aggiornato dalla legge 239/04 e dal d.lgs. 387/03), che obbliga ogni produttore di energia elettrica a produrre almeno una percentuale del 2 % da FER, comincia ad emergere sempre di più l'utilizzo di fonti rinnovabili che a causa di una serie di fattori come l'aumento del prezzo dei combustibili fossili ed la nascita di un mercato europeo

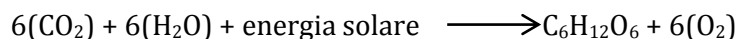
del carbonio (2005), indispensabile per il raggiungimento degli obiettivi prefissati della riduzione dei gas serra, stanno lentamente riducendo il vantaggio economico dei combustibili fossili.

Tra le fonti rinnovabili, le biomasse rappresentano il vantaggio di essere prontamente integrabili con le tecnologie e le reti esistenti per i combustibili fossili. Il settore delle biomasse ha un ruolo strategico nella politica italiana delle energie rinnovabili: secondo il Piano di Azione Nazionale (PAN) approvato nel giugno 2010 in attuazione della direttiva comunitaria 28/2009, le biomasse dovrebbero diventare entro il 2020 le prime fonti rinnovabili in Italia, coprendo il 44 % dei consumi di rinnovabili (20% dell'elettricità, 58 % del calore, 84 % dei biocarburanti), per un totale di 22,3 Mtep. Fra queste, un ruolo prioritario è quello coperto dai prodotti legnosi. Inoltre con la nuova Strategia Energetica Nazionale (SEN) per un'energia più competitiva e sostenibile, approvata dal MSE con il decreto dell' 8 marzo 2013, aumentano gli obiettivi da perseguire nei prossimi anni.

1.4 Definizione biomassa

La parola biomassa presenta diverse definizioni a seconda dell'approccio utilizzato:

- **Approccio biologico:** si identificano tutte le sostanze organiche prodotte direttamente o indirettamente attraverso la fotosintesi e che non hanno subito trasformazioni dovute a processi geologici (combustibili fossili e derivati). Rappresentano la forma più sofisticata di accumulo dell'energia solare, prodotto dalla vegetazione attraverso la fotosintesi clorofilliana, che trasforma il carbonio inorganico, contenuto nell'atmosfera sotto forma di anidride carbonica (CO_2), in carbonio organico, che attraverso l'energia del sole si lega ad altri elementi (principalmente idrogeno ed ossigeno) a formare molecole organiche a struttura semplice come il glucosio, ($C_6H_{12}O_6$) e altri monosaccaridi o strutture via via più complesse come l'emicellulosa, cellulosa e altri polisaccaridi, lignina; che costituiscono dei veri e propri "mattoni energetici" fondamentali per la vita degli animali (alimenti) e degli uomini (alimenti, materie prime, fonti energetiche).

  $$6(CO_2) + 6(H_2O) + \text{energia solare} \longrightarrow C_6H_{12}O_6 + 6(O_2)$$

  Si differenziano in biomassa secca ed umida, la prima è costituita da materiali e residui di origine agricola e forestale (siepi, arbusti, alberi da frutta), prodotti secondari e scarti dell'industria (agro-alimentare, segherie, mobilifici) e la componente biodegradabile dei rifiuti urbani; la seconda comprende fanghi di depurazione, reflui di origine zootecnica, residui dei raccolti agricoli ed erba.
- **Approccio normativo:** attualmente non esiste in Italia una definizione univoca di biomassa, data l'eterogeneità dei materiali, il campo di utilizzo, la provenienza, ecc..

  La definizione di biomassa assume un significato diverso a seconda dell'ambito di applicazione o della normativa di riferimento; ciò può creare difficoltà di attribuzione, dato che le diverse fonti legislative e istituzionali la definiscono in maniera diversa e talvolta

contraddittoria. Infatti, proprio la tipologia del materiale combustibile e la sua provenienza sono stati oggetto di dinieghi e ricorsi in merito alle procedure autorizzative degli impianti a biomasse. Il primo approccio alla definizione di biomassa si ha confrontandosi con la procedura autorizzativa dell'impianto, in caso esso sia dedicato alla produzione di energia elettrica. L'art. 2 del Dlgs. 387/2003 riprende testualmente la direttiva europea 2001/77/CE e stabilisce che :

"…*per biomassa si intende la parte biodegradabile dei prodotti, rifiuti e residui provenienti dall'agricoltura (comprendente sostanze vegetali e animali) e dalla silvicoltura e dalle industrie connesse, nonché la parte biodegradabile dei rifiuti industriali e urbani."*

Recentemente la definizione di biomassa ai sensi del Dlgs. 387/2003, è stata ampliata dal recente Dlgs. 28/2011 recante "Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE". All'art.2, lettera "e", la biomassa viene definita quanto segue:

"*.. la frazione biodegradabile dei prodotti, rifiuti e residui di origine biologica provenienti dall'agricoltura (comprese sostanze vegetali e animali), dalla silvicoltura e dalle industrie connesse, comprese pesca e l'acquacoltura, gli sfalci e le potature provenienti dal verde pubblico e privato, nonché la parte biodegradabile dei rifiuti industriali e urbani."*

- **Approccio pratico:** cerca di dare una migliore distinzione e definizione, che non sia troppo generica, come nel caso dell'approccio biologico o troppo precisa, come nel caso dell'approccio normativo, della biomassa in modo tale da definire in modo pratico le biomasse destinabili a trasformazioni energetiche, classificandole in base al settore di provenienza. In tal senso, si possono suddividere le biomasse di origine (M. Fiala 2012):
    - **forestale** (legna e suoi derivati);
    - **agricola** derivanti dalle produzioni sia vegetali (sottoprodotti colturali; colture energetiche), sia animali (reflui zootecnici);
    - **industriale** (scarti o residui agro-alimentari; scarti o residui industriali);
    - **urbana** (frazione organica rifiuti solidi urbani, FORSU; residui manutenzione del verde pubblico);
    - **diversa** (alghe).

  Inoltre vengono suddivise a seconda dell'utilizzo finale in :

    - **diretto,** nel caso dei biocombustibili;
    - **indiretto,** previa trasformazione in un vettore liquido (biocarburante) o gassoso (biogas).

Queste due vie di sfruttamento energetico si applicano agli innumerevoli materiali che compongono le quattro categorie sopra elencate, in relazione alle caratteristiche chimico-fisiche che essi posseggono originalmente o assumono dopo eventuali trattamenti.
Sono, difatti, le proprietà chimiche e fisiche delle biomasse che condizionano la tipologia di processi di conversione per esse attuabili.

1.5 Caratteristiche chimico-fisiche

Tutte le biomasse, allo stato naturale o meno, sono costituite da una massa d'acqua (kg) e da una massa anidra (kg). La possibilità di impiegare una determinata biomassa in una conversione energetica piuttosto che in un'altra dipende dalle sue proprietà chimico-fisiche, in particolare da :

- **Umidità**: l'acqua nella biomassa è contenuta in forma legata, alla struttura molecolare, e libera all'interno delle cellule e dei tessuti vegetali; la quantità è variabile in relazione alle condizioni climatiche, al momento della raccolta e alle modalità di conservazione. Il processo di essiccazione, naturale o artificiale, riduce l'umidità libera mentre lascia inalterata quella di legame. L'umidità (U) rappresenta il contenuto di acqua libera che, variando tra il 4-5 % e il 90-92 %, rappresenta senz'altro il parametro che oltre ad influenzare le caratteristiche chimico-fisiche e il contenuto energetico, maggiormente stabilisce l'attitudine della biomassa alla trasformazione energetica nonché il tipo di filiera verso cui indirizzarla con successo ed efficienza;
- **Rapporto carbonio/azoto (C/N):** rappresenta il rapporto tra il contenuto di carbonio e dell'azoto della sostanza secca della biomassa, è un valore adimensionale nelle biomasse di origine vegetale, indica il grado di lignificazione del materiale, mentre in quelle di origine animale (deiezioni, reflui), dipende dalla specie animale allevata, dalla dieta somministrata, dalle strutture dell'allevamento e dalle modalità di gestione del refluo;
- **Massa volumica**: o densità (ρ; kg/m^3) è definita come la massa (m; kg) contenuta nell'unità di volume (V; m^3), la sua importanza è legata all'influenza che possiede sule caratteristiche sia fisico-meccaniche della biomassa (dimensioni o granulometria, resistenza alle sollecitazioni), sia chimiche (potere calorifico).
  Dal punto di vista pratico, riveste importanza la massa volumica apparente (γ; kg/m^3) che prende in considerazione il volume totale occupato dal solido (quindi il suo ingombro esterno), compresi quindi anche gli spazi vuoti; l'interesse è direttamente correlato agli aspetti tecnici delle operazioni di stoccaggio e/o di trasporto della biomassa, dato che più spazio occupano le biomasse più alti saranno i costi di gestione. La massa volumica è un parametro estremamente variabile, dipendendo dal contenuto di umidità e dalle modalità di raccolta/confezionamento finale della biomassa, a titolo di esempio, la massa volumica apparente va da valori di 50-70 (kg/m^3) per residui di potature sfusi e gli 800-900 (kg/m^3)

per il pellet. Nel settore forestale le biomasse legnose e i biocombustibili vengono frequentemente gestiti in una logica volumetrica e non massica; quasi tutti gli assortimenti di legna per energia (spacconi, da ardere, cippato) sono infatti commerciati a metro stero[6].

- **Potere calorifico:** esprime la quantità di calore prodotta dall'unità di massa di un combustibile quando questo brucia completamente; si distingue tra - *potere calorifico superiore*: quantità di calore che si rende disponibile per effetto della combustione completa, a pressione costante della massa unitaria del combustibile, quando i prodotti della combustione siano riportati alla temperatura iniziale del combustibile e del comburente.

  La quantità complessiva di calore della combustione è minore se, nel riportare i prodotti di combustione alla temperatura iniziale di combustibile e comburente, il vapore d'acqua, contenuto nei gas di combustione, non viene condensato e non rilascia il proprio calore di condensazione. Si definisce, invece – *potere calorifico inferiore:* il potere calorifico superiore diminuito del calore di condensazione del vapore d'acqua formatosi durante la combustione. Il vapor d'acqua non viene condensato nei processi di combustione in caldaia e quindi è al potere inferiore che si fa normalmente riferimento. A titolo d'esempio, la tabella sotto mostra il potere calorifico inferiore (kWh/unità)[7] dei principali combustibili in commercio.

Combustibile	Unità	Potere calorifico (kWh/unità)
Gasolio	Kg	11,8
Gas naturale	m^3	10,1
Coke di carbone fossile	Kg	7,9
Mattonelle di lignite	Kg	5,6
Legno secco	Kg	4,3
Paglia	Kg	3,8

Tabella 1.1-Confronto tra le caratteristiche energetiche di diversi combustibili (ENEA).

1.6 Tipologie di biomasse

Si individuano principalmente tre grandi famiglie di biomasse :

- Biomasse di origine vegetale;
- Biomasse di origine animale;
- Scarti di lavorazione.

Biomasse di origine vegetale (o agroforestali): sono costituite essenzialmente da una miscela di tre composti organici a elevato peso molecolare: cellulosa, emicellulosa e lignina; a essi se ne aggiungono altri, strutturalmente più semplici come estrattivi organici (resine, grassi, oli, amido, zuccheri, proteine…) e materiali inorganici (Na, K, Mg, Ca, Cd, Zn, S, N, P, Al…).

[6] Il metro stero tiene in considerazione gli spazi vuoti tra un pezzo di legno e l'altro, variando in funzione della pezzatura e delle modalità di accumulo.

[7] L'unità ufficiale del Sistema metrico decimale è il Joule (J), ma di gran lunga più utilizzato è il Chilowattora (kWh), pari a 3.600.000 J quindi : 1 kWh = 3.600 kJ = 3,6 MJ.

I principali costituenti elementari che troviamo nelle biomasse vegetali sono il carbonio (C), l'idrogeno (H), l'ossigeno (O), l'azoto (N) e in misura minore altri elementi (metalli pesanti, alcalini, alcalino-terrosi); a differenza dei combustibili fossili, le biomasse hanno un minor contenuto in carbonio, azoto e zolfo ma un maggior contenuto in ossigeno, idrogeno e ceneri con la combustione.

La cellulosa è il costituente più importante in quanto rappresenta il 30-60 % del peso delle biomasse lignocellulosiche; esso è un polimero lineare con grado di polimerizzazione superiore alle 10000 unità di glucosio anidro, contenente il 49 % di ossigeno. I legami che si instaurano tra le catene di cellulosa, donano caratteristiche strutturali molto importanti tra cui resistenza ed elasticità alle fibre vegetali. L'emicellulosa costituisce il 19-40 % in peso delle biomasse lignocellulosiche; è un polimero misto relativamente corto e ramificato, formato da zuccheri a 5 e 6 atomi di C. Presenta un maggior contenuto di O rispetto alla cellulosa e ad essa si devono alcune importanti proprietà delle fibre vegetali, quali la capacità di inibirsi in presenza d'acqua, di adesione e la tendenza a cementare e indurirsi. Infine la lignina, che rappresenta il 10-30 % della massa vegetale (in funzione della specie), è un polimero tridimensionale complesso costituito principalmente da fenoli e presenta un ridotto contenuto in ossigeno (12-29 % in peso). La principale funzione è quella di legare, saldandole tra loro, le fibre vegetali conferendo compattezza e resistenza meccanica al vegetale. La composizione elementare, la quantità e soprattutto il rapporto tra gli elementi chimici, sono molto importanti al fine di verificare il valore della biomassa come combustibile; in particolare, i rapporti H/C e O/C, la quantità di N e di ceneri. Le tipologie commerciali con cui si può presentare la biomassa di origine vegetale sono veramente numerose e articolate, a titolo conoscitivo verranno elencate sotto le principali tipologie:

- Sottoprodotti colturali:
  - pagliosi (paglia di frumento, riso, orzo, stocchi girasole e mais);
  - legnosi (residui di potature).
- Colture erbacee dedicate:
  - per granella (granella di mais e orzo);
  - per biomassa ligno-cellulosica (miscato, canna comune, cardo, sorgo da fibra);
  - per biomassa fermentescibile (insilato di mais, sorgo, barbabietola da zucchero);
  - per semi oleosi (colza, girasole, soia).
- Colture arboree dedicate :
  - Short Rotation Forestry (pioppo, salice, robinia);
  - Medium Rotation Forestry.
- Legno e prodotti derivati:
  - legno forestale (abete bianco e rosso, pino silvestre, pioppo, faggio, quercia..);
  - derivati del legno (pellets, cippato, bricchette).

Biomasse di origine animale: le biomasse di questo tipo, interessanti per le trasformazioni energetiche sono rappresentate principalmente da deiezioni, cioè escrementi fisiologici degli animali allevati (bovina, suina, avicola), e dai reflui zootecnici, cioè la miscela di deiezioni, acqua, residui alimentari, residui vari e lettiera. Quest'ultimi sono interessanti per la produzione di biocarburanti (biogas, metano, idrogeno) a elevato potere calorifico, grazie alla degradazione biochimica (fermentazione o digestione anaerobica) che subisce in appositi impianti.

Scarti di lavorazione: le industrie agro-alimentari e quelle del legno, portano a seguito della lavorazione delle materie prime, alla produzione di residui finali (scarti) che possono essere impiegati convenientemente nella produzione di energia. Queste biomasse residuali, presenti anche in quantità non trascurabili, a differenza dei sottoprodotti colturali, risultano meno disperse sul territorio. Le principali categorie di biomasse che rientrano in questo gruppo sono :

- scarti di lavorazione secchi (gusci di nocciole);
- sanse, lolla e vinacce;
- scarti di lavorazione umidi (bucce e scarti dell'ortofrutta) e rifiuti.

Capitolo 2
La Biomassa legnosa.

La possibilità di soddisfare i fabbisogni energetici della società attuale attraverso la trasformazione delle biomasse vegetali è divenuta negli ultimi decenni una delle possibili strategie per ridurre l'impatto ambientale dell'uso di combustibili fossili.

Secondo l'ultimo rapporto della FAO (Food and Agricolture Organization) del 2010, l'energia prodotta da biomassa è pari a circa il 10 % di tutta l'energia primaria che viene consumata a livello globale, costituendo la quarta fonte di energia, dopo il carbone, il petrolio ed il gas naturale. Si stima che oltre i 2/3 di questa energia da biomassa venga usata per il riscaldamento e per cucinare cibi nei paesi in via di sviluppo, mentre la parte rimanente viene consumata nei paesi industrializzati sia per applicazioni industriali sia per il riscaldamento nel settore privato. Sempre secondo la FAO, il legno rappresenta ancora l'87 % di tutta la biomassa utilizzata a livello mondiale per produrre energia e la legna da ardere e il carbone di legna assieme rappresentano il 74 %, quasi tutto prodotto e consumato nei paesi in via di sviluppo.

L'Italia, dalle ultime statistiche internazionali, risulta il primo importatore mondiale di legna da ardere. Questo nonostante il fatto che oltre metà dei boschi italiani siano stati governati a ceduo[8] e già da diversi anni si assista a una ripresa delle ceduazioni, fenomeno che in alcune aree del paese sta assumendo dimensioni di un certo rilievo. Dall'ultimo "Inventario Nazionale delle foreste e dei serbatoi di carbonio" (INFC) del Corpo Forestale dello Stato[9], si osserva che il patrimonio forestale italiano è aumentato di circa 1,7 milioni di ettari negli ultimi vent'anni, raggiungendo oltre 10 milioni e 400 mila ettari di superficie[10], con 12 miliardi di alberi che ricoprono un terzo dell'intero territorio nazionale. Di questa ampia superficie solo circa 7.750.000 ha sono effettivamente utilizzabili; di questo potenziale, annualmente si taglia solo 102.000 ha pari al 1,17 % della superficie totale, con una produzione complessiva di circa 8 milioni di mc di cui 5 mc di legna da ardere. Questo fenomeno è dato dall'abbandono della "coltivazione del bosco" avvenuta a partire dal secondo dopoguerra. Le cause sono da ricercare nello spopolamento delle aree interne, nel disinteresse economico per l'utilizzo e la valorizzazione delle risorse disponibili e nella crescente attenzione sociale alla conservazione e salvaguardia ambientale.

Il sistema industriale italiano potrebbe sfruttare meglio il proprio potenziale boschivo purché debitamente infrastrutturato e con una politica forestale più attiva e rivolta più alla valorizzazione

---

[8] Forma di governo del bosco che si basa sulla capacità di alcune piante di emettere ricacci se tagliate. Questo tipo di formazione boschiva è quindi costituita essenzialmente da polloni, cioè da alberi provenienti da rinnovazione agamica (moltiplicazione vegetativa). Con il taglio il popolamento non viene sostituito nella sua totalità ma solo nella parte epigea (fuori del terreno).

[9] Fonte: CRA-MpF di Trento, aprile 2012.

[10] Più precisamente 10.478.406, dati V.Garfì et all. 2011.

della risorsa che alla sua totale protezione. Le biomasse legnose, nell'attuale contesto energetico, dove i combustibili fossili coprono più del 80 % della domanda energetica italiana, possono crescere e diventare in un futuro sempre più prossimo competitive, grazie alle potenzialità offerte da questa fonte, rappresentate principalmente dall'ampia eterogeneità delle fonti di approvvigionamento presenti sul territorio, come biomasse residuali ed agro-energetiche. Le prime derivano dalla manutenzione del bosco, scarti delle segherie e dei sottoprodotti dell'industria agraria, quest'ultima grazie alle ultime tecniche di raccolta e imballaggio delle potature ha reso possibile e conveniente lo sfruttamento di biomassa legnosa altrimenti persa, o peggio ancora destinata alla combustione in loco. L'Italia grazie alle colture di vite, olivo, frutta, noccioli e mandorli, dispone di un potenziale di biomassa legnosa residuale importante in termini di volume. Il valore teorico complessivo è di oltre 5,5 milioni di tonnellate di biomasse residuali, corrispondenti a quasi 500.000 ettari adibiti a coltivazioni lignocellulosiche (Enea 2009). Le biomasse agro-energetiche, invece, sono delle vere e proprie coltivazioni dedicate di biomasse legnose (pioppi, salice, robinia e eucalipto), contraddistinte da un'elevata produttività che attraverso pratiche come la Short Rotation Forestry (SRF) e la Medium Rotation Forestry (MRF) nel giro di pochi anni forniscono grandi quantitativi di biomassa in grado di soddisfare la domanda da parte degli impianti per la produzione di energia.

Altra potenzialità riguarda il suo utilizzo finale, infatti può essere impiegata: nella generazione di energia termica per uso industriale, residenziale e terziario; per la generazione di energia elettrica e cogenerazione, quest'ultima consente di produrre allo stesso tempo energia elettrica e termica con rendimenti significativi, in alcuni casi oltre l'80 %. Negli ultimi anni il mercato si sta orientando sempre di più verso sistemi trigenerativi, per la produzione contemporanea di energia elettrica, calore e freddo. Bisogna inoltre sottolineare che attraverso la definizione di una ben organizzata filiera di approvvigionamento delle biomasse legnose locali, si ottengono non soltanto risvolti socio-economici come: sviluppo economia locale e miglioramento della qualità della vita, ma anche ambientali come: minor uso di combustibili fossili, manutenzione boschiva e mitigazione dissesti idrogeologici e incendi.

2.1 Perché la biomassa legnosa?

La legna ha rappresentato per l'uomo il primo vero combustibile che ha imparato a utilizzare e che ha sempre accompagnato la sua evoluzione culturale e tecnologica; con la scoperta dei combustibili fossili l'uso della legna è andato via via scemando fino alla prima vera crisi energetica avvenuta degli anni settanta, che ha risvegliato l'interesse per questa fonte ormai dimenticata da molti. Il prezzo crescente dei combustibili fossili; i cambiamenti climatici; le nuove tecniche di combustione della legna (aumento considerevole delle efficienze, fino a casi del 90 % nelle attuali caldaie a "fiamma rovesciata") e anche le nuove tecnologie applicate nella raccolta, trasporto e trasformazione del

legno, hanno reso sempre più competitivo il suo utilizzo e il suo rilancio come vettore energetico aumentandone il suo consumo.

L'utilizzo della biomassa legnosa a fini energetici comporta una serie di vantaggi, non soltanto economici (basso prezzo rispetto a combustibili fossili) ed politici (minor dipendenza dall'estero) ma anche ambientali tra cui :

- il legno è una fonte energetica che si rinnova continuamente quale prodotto dei processi di organicazione degli elementi minerali, assunti dalle piante insieme all'acqua, che avvengono grazie all'energia fornita dal sole (fotosintesi clorofilliana);
- richiede trasporti brevi dal luogo di produzione a quello di consumo, nonché lavorazioni e stoccaggio privi di rischi per l'ambiente;
- a differenza di quanto può avvenire con la combustione di fonti fossili (gasolio, carbone etc.), la combustione del legno in efficienti apparecchi (es. caldaie a fiamma rovesciata) non produce particolari emissioni di gas inquinanti e di polveri;
- la quantità di CO_2 emessa nell'atmosfera è la stessa assorbita precedentemente dalle piante con la fotosintesi.

Quest'ultimo aspetto è particolarmente significativo alla luce delle crescenti preoccupazioni per i mutamenti climatici a livello planetario causati anche dall'aumento di gas serra nell'atmosfera. La gestione equilibrata del patrimonio legnoso apporta inoltre interessanti benefici in termini di paesaggio, difesa idrogeologica, difesa antincendio, conservazione degli habitat e opportunità ricreative.

Nella tabella 2.1 vengono poste a confronto le emissioni di carbonio emesse, a parità di calore prodotto, dal legno e dall'olio combustibile.

Combustibile	Legno	Equivalente in olio combustibile
Quantità	1000 kg	229 kg
Potere calorifico inferiore	3,30 kWh/kg (*)	11,6 kWh/kg
Costo energetico per la produzione	0,094 kWh/kg	3,03 kWh/kg
Rilascio netto di Carbonio	0 kg dalla combustione 18,1 per la produzione	213,6 kg dalla combustione 65,6 per la produzione
Emissione totale di Carbonio	18,1 kg	279,2 kg
Emissione totale di CO_2	66,4 kg	1023,8 kg
* In genere il potere calorifico del legno secco risulta essere superiore (4,36 kWh /kg).		

Tabella 2.1 - Comparazione tra alcuni parametri energetici del legno e dell'olio combustibile.

Le doti del legno da energia in 10 aggettivi	
Rinnovabile: prodotto della fotosintesi, il legno è un concentrato di energia solare che gli alberi continueranno a produrre finché splende il sole! **Pulito:** il legno produce, se correttamente utilizzato, emissioni comparabili a quelle del gas naturale. **Neutrale:** contrariamente a quanto avviene con i combustibili fossili, la combustione del legno è neutra rispetto all'emissione di CO_2 e pertanto non contribuisce all'aggravarsi dell'effetto serra. **Generoso:** il legno è l'unica fonte di energia che, mentre viene prodotta, genera un miglioramento dell'ambiente e del paesaggio ed influisce positivamente sulla manutenzione del territorio. **Economico:** il legno è attualmente la più conveniente fonte di energia presente in Italia; visti i continui progressi tecnologici, il suo costo relativo è destinato a diminuire ulteriormente nel futuro.	**Efficiente:** la produzione e la trasformazione del legno consuma un terzo dell'energia grigia (l'energia consumata nella produzione di energia) richiesta dal gasolio. **Maturo**: le tecnologie legate all'utilizzo del legno a fini energetici sono mature su tutti i fronti e lo rendono pratico ed economico. **Versatile**: il legno può essere utilizzato per produrre energia termica ed elettrica, su piccola e grande scala, in impianti individuali e collettivi, in tutti i settori d'impiego (abitativo, industriale, agricolo etc.). **Dinamico**: più di ogni altra fonte di energia il legno genera posti di lavoro e lascia sul posto la ricchezza prodotta dal suo utilizzo. **Locale**: diffuso in modo omogeneo in tutto il Paese, in modo particolare nelle zone montane, il legno è sfruttabile dove viene prodotto senza bisogno di essere concentrato in grandi impianti e senza creare gravi rischi legati al trasporto e allo stoccaggio

Tabella 2.2 - Le doti del legno da energia in 10 aggettivi (ARSIA).

Il legno viene prodotto dalle piante superiori (alberi ed arbusti) per svolgere tre funzioni vitali:

- sostenere e dare forma alla pianta;
- garantire il trasporto della linfa al suo interno;
- accumulare sostanze di riserva.

Il legno, come ogni altra parte di un vegetale, è il prodotto della fotosintesi clorofilliana. Questa è costituita da una complessa serie di reazioni fotochimiche che, grazie all'energia luminosa proveniente dal sole, a partire da molecole semplici ed estremamente diffuse come l'anidride carbonica (CO_2) e l'acqua (H_2O), in presenza di sali minerali assorbiti dal terreno, permette alla pianta di "costruire" nuova sostanza organica. Il legno è quindi composto fondamentalmente da tre elementi: carbonio (50%), ossigeno (44%) e idrogeno (6%). Questi sono combinati in forme polimeriche complesse (G. Mezzalira et al. 2004), quali:

- cellulosa $(C_6H_{10}O_5)_x$;
- emicellulosa $(C_5H_8O_4)_y$;
- lignina $(C_9H_{10}O_3(C_3O)0.9\text{-}1.7)_z$.

Queste tre sostanze sono accompagnate da una percentuale variabile di acqua e di ceneri (sali minerali). Il contenuto di acqua nel legno fresco varia dal 50% in legni forti cresciuti in ambienti

siccitosi, a oltre il 300% in legni dolci provenienti da ambienti umidi. Mediamente i legni forti contengono il 43% di cellulosa, il 35% di emicellulosa e il 22% di lignina, mentre i legni dolci contengono il 43% di cellulosa, il 28% di emicellulosa e il 29% di lignina. La restante parte si compone di carboidrati, grassi, tannini e sali minerali. Poiché la lignina ha un maggior contenuto energetico (7,4 kWh/kg) rispetto alla emicellulosa e alla cellulosa (4,85 kWh/kg), i legni che possiedono un maggior contenuto di lignina sono moderatamente più energetici. A questo si deve aggiungere talvolta un effetto integrativo dato da sostanze presenti nel legno, come le resine, che ne aumentano ulteriormente il potere calorifico.

Il potere calorifico del legno dipende molto dal suo contenuto di acqua (tenore idrico), definito come segue:

$$\text{tenore idrico} = \text{contenuto d'acqua in \%} = \frac{\text{peso dell'acqua x 100}}{\text{peso della legna verde}}$$

Il legno verde ha tenore idrico medio del 50%; tale valore si abbassa sensibilmente se si lascia seccare il legno in ambiente aperto sotto copertura, scendendo ad un 15% nell'arco di due anni. Con l'essiccazione il legno perde dunque circa un terzo del suo peso.

Il potere calorifico del legno con tenore idrico del 15% è di circa 4,3 kWh/kg (tab. 2.3 e 2.4) e a parità di umidità relativa, varia assai poco con il variare delle specie: ad esempio, 1 kg di legname "pregiato" di quercia riscalda circa come 1 kg di "scadente" pioppo (il potere calorifico sale leggermente nel caso delle conifere grazie al contenuto di resina). Nel valutare una tipologia di biomassa come "buona" dal punto di vista energetico, il potere calorifico (legato al peso) risulta secondario rispetto alla densità della specie legnosa (peso per unità di volume), infatti le specie a legno denso sono le migliori proprio perché permettono di effettuare un minor numero di cariche negli apparecchi termici, i quali solitamente hanno un volume di carico limitato.

Condizioni del legno	Umidità (%)	*Potere calorifico (kWh/kg)*
Anidro	0	5,2
Essiccato al chiuso	8	4,7
Essiccato all'aperto (per qualche anno)	15	4,3
Essiccato nel bosco (per una estate)	30	3,4
Fresco di taglio	40-60	2,8-1,6

Tabella 2.3 - Umidità e potere calorifico della legna (ARSIA).

Il legno mostra un "potere calorifico" elevato quando viene bruciato nei moderni apparecchi termici, i quali hanno rendimenti anche superiori all'85%, comparabili a quelli degli analoghi apparecchi a gasolio e a gas naturale. Con 2,8 kg di legno secco si sostituisce 1 kg di gasolio (che ha un potere calorifico di 11,8 kWh/kg) e con 2,4 kg si sostituisce un m^3 di gas naturale (che ha un potere calorifico di 10,15 kWh/m^3).

Tenore idrico in %	Potere calorifico (kWh/kg)
10	4,5
20	4,2
30	3,4
40	2,9
50	2,3
60	1,8
70	1,1
80	0.6

Tabella 2.4 - Rapporto fra tenore idrico del legno e potere calorifico (ARSIA).

Nel legno, oltre ai principali costituenti, vi è anche una presenza trascurabile di altri elementi come lo zolfo o l'azoto che, assieme alle ceneri, difficilmente superano l'1%. Le ceneri, sostanze solide residuali della combustione del legno, sono composte prevalentemente da ossidi di calcio (per il 50%) e da ossidi di potassio (per il 20%). Il resto è una miscela di altri ossidi, tra cui Na_2O, MgO, SiO, Fe_2O_3, P_2O_5 e Al_2O_3. Quando il legno viene bruciato i cicli dell'energia e dei diversi elementi chimici che lo compongono si chiudono: l'energia chimica conservata nel legno si libera sotto forma di luce e di calore; l'acqua ritorna nell'atmosfera sotto forma di vapore acqueo, per ricadere poi al suolo come precipitazioni atmosferiche; l'anidride carbonica ritorna anch'essa nell'atmosfera; i sali minerali ritornano al terreno sotto forma di ceneri (fig. 2.1). Se la combustione è imperfetta si formano numerosi composti chimici intermedi, quali i catrami, che possono risultare molto inquinanti e dannosi alla salute umana. La loro presenza indica sempre che solo una frazione dell'energia del legno è stata liberata. Se la combustione invece è perfetta, come può oggi avvenire nei moderni apparecchi impiegati per produrre energia termica ed elettrica, dal legno è possibile ricavare quasi interamente "l'energia solare" in esso accumulata.

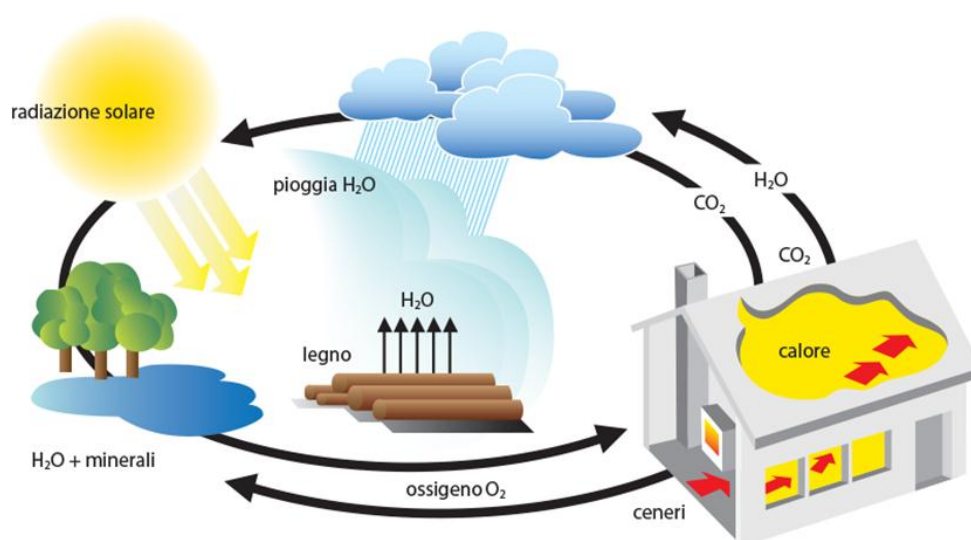



Figura 2.1- La produzione e l'utilizzazione energetica del legno partecipano a diversi cicli della biosfera.

2.2 Le fonti legnose sul territorio

I boschi rappresentano la fonte di approvvigionamento più nota e sfruttata per il legno usato a fini energetici; tuttavia esistono altri comparti non trascurabili con elevati tassi di produzione, sia in campagna che in ambito urbano. Dall'ambiente campestre si ottiene legno da: siepi, arboreti, colture specializzate e potature agricole; in quello urbano sono le alberature, i parchi e i giardini pubblici; ovviamente non sono trascurabili gli scarti industriali derivanti dalla lavorazione del legno.

I **boschi**: l'uomo ha sempre estratto legno dai boschi per ottenere materia prima da lavoro o da ardere; dapprima sfruttandolo in modo irrazionale, provocando spesso dissesti anche molto gravi (erosione del suolo, frane), problema ancora attuale, ma che negli ultimi cento anni ha cambiato il modo di sfruttarlo fino a studiare e regolamentare il suo uso per garantire alla sua produzione una continuità indefinita senza provocare l'impoverimento dell'ecosistema bosco e la degradazione del terreno su cui cresce. La scienza che studia la "coltivazione" del bosco è la selvicoltura, che si occupa principalmente delle tecniche di impianto, di coltivazione e di utilizzazione delle piante nel bosco.

Nella gestione del bosco, si è introdotto il termine "governo " con la quale si indica il modo di rinnovazione del bosco, ciò può avvenire tramite i semi o per polloni[11]; da qui si ottengono le due forme di governo che sono: la fustaia e il ceduo; la prima è formata da piante nate da seme e lasciate crescere fino alla loro maturità; la seconda invece si forma quando si interrompe l'accrescimento delle piante con tagli periodici con la formazione di polloni sulle ceppaie. Le fustaie producono soprattutto legno da lavoro; i cedui prevalentemente legna da ardere, ma può fornire anche alcuni assortimenti di legname da lavoro (in particolare paleria). Durante la coltivazione delle fustaie viene comunque prodotta anche una grande quantità di legna d'ardere: solo le parti migliori degli alberi più belli, infatti, vengono segate in tronchi che poi verranno trasformati in prodotti legnosi di grande pregio; il resto (rami, tronchi con diametro troppo sottile, tronchi con nodi e difettosi etc.) invece viene utilizzato come legna da bruciare.

I cedui e le fustaie sono tagliati a periodi regolari, il periodo che intercorre tra due tagli prende il nome di turno. Nei cedui esso varia, a seconda delle specie e dei luoghi, dagli 8-10 ai 30-40 anni; nelle fustaie il turno in genere è più lungo e può a volte superare il secolo. Il bosco non svolge solo funzioni produttive, infatti negli ultimi decenni è notevolmente cresciuta in tutto il Paese l'attenzione per le "altre" funzioni dei boschi: protezione dei versanti, ricarica e protezione delle falde idriche, abbellimento del paesaggio, habitat per la vita selvatica. Una buona gestione del patrimonio forestale deve contribuire a valorizzare le predette funzioni.

Siepi campestri: secondo i dati statistici, fino a pochi decenni fa, gli alberi presenti ovunque nei campi, soprattutto organizzati in piantagioni a filare (alberate, frangiventi, siepi ripariali),

[11] Ramo, detto anche succhione, originato per lo più da gemma avventizia di piante legnose, alla base del fusto o attorno ai cercini di cicatrizzazione di vecchi tagli. Costituisce un segnale di decadenza della parte su cui sorge, oppure è elemento di sfogo per esuberanza di vegetazione.

rifornivano in Italia più legno da ardere rispetto a quello ricavato dai boschi, infatti svolgevano varie funzioni utili all'economia agricola del tempo, migliorando complessivamente l'ambiente delle campagne, rendendolo più produttivo in termini economici e più equilibrato in termini ecologici.

Oltre a i vantaggi economici che possono offrire, presentano altre funzioni interessanti:

- **ecologico**: habitat per la fauna selvatica, frangivento a difesa delle colture agrarie, ombreggiamento, aumento della biodiversità, assorbimento della CO_2;
- **protettivo**: consolidamento di rive e argini di fossi e canali, difesa del suolo dall'erosione;
- **igienico-sanitario**: difesa dal rumore e dagli inquinanti, positivo contributo alla lotta biologica a favore delle colture agrarie;
- **estetico-ricreativo**: abbellimento, diversificazione e miglioramento del paesaggio, creazione di occasioni di svago a favore delle attività turistiche.

Le siepi da legna sono fondamentalmente dei "boschi cedui lineari", tagliati con turni a volte brevissimi (3-4 anni). Esse sono piantate soprattutto in luoghi che arrecano il minimo intralcio alla coltivazione dei campi, quali per esempio il bordo delle strade poderali, la riva degli scoli, dei fossi, dei piccoli corsi d'acqua, le zone di cambio di pendenza come i bordi dei ciglioni e dei terrazzamenti. La loro produttività è molto elevata (fino a 2 tonnellate di legno all'anno ogni 100 metri lineari) e bastano pertanto poche centinaia di metri di una moderna siepe da legna per fornire a una famiglia il legno necessario ad assicurare il riscaldamento dell'abitazione durante l'inverno.

Dopo un periodo di crisi durante il quale si è ritenuto che la moderna agricoltura non avesse più bisogno delle siepi campestri, ora in tutta Europa, e anche in Italia, è in atto una decisa riscoperta dell'utilità delle siepi.

Arboreti da legno: da alcuni anni, favorita dai finanziamenti dell'Unione Europea, ha iniziato a svilupparsi nelle campagne italiane la coltivazione di alberi a legname pregiato (noci, ciliegi selvatici, frassini, querce etc.). Queste specie definite "nobili" sono spesso accompagnate da altri alberi e arbusti che servono a creare un ambiente più favorevole alla loro crescita. Alcuni anni dopo l'impianto la vegetazione di accompagnamento va eliminata, producendo in tal modo ingenti quantitativi di legno che può essere valorizzato come legna da ardere. La produttività di questi impianti si aggira intorno ad alcune tonnellate di legno da energia per ettaro e per anno.

Fra gli arboreti da legno rientrano anche i pioppeti, dalla coltivazione dei quali si ottengono residui di potature e scarti delle utilizzazioni finali che costituiscono importanti quantità di biomassa legnosa destinabile a fini energetici. Un pioppeto produce in media, in un ciclo di produzione, 30-40 tonnellate di sostanza fresca per ettaro di scarti di lavorazione. A questa si può aggiungere la biomassa ricavabile dall'estrazione delle ceppaie a fine turno, che consentono di ottenere in media 17 t di sostanza fresca per ettaro.

Colture specializzate: sono delle vere e proprie coltivazioni a legno; il modello più diffuso è definito come Short Rotation Forestry (SFR) in italiano ceduo a ciclo breve. Esso consiste nella coltivazione a pieno campo, con criteri assolutamente agronomici, di monocolture con latifoglie legnose a rapido accrescimento (salici, pioppi, ma anche robinia, platano, eucalipto, paulownia etc.), piantate a densità molto elevate (da 2-3.000 a 10.000 e più piante per ettaro) e gestite con turni di utilizzazione molto ravvicinati, da 2 a 5-6 anni.

Ogni operazione è meccanizzata: la raccolta, in particolare, viene effettuata solitamente con attrezzature di derivazione forestale (abbattitrici, trattrici forestali, pale gommate e cippatrici) o da speciali macchine simili a robuste mietitrebbia appositamente realizzate per la raccolta della SRF. La produttività di queste piantagioni può essere elevata, raggiungendo le 15-20 tonnellate di sostanza secca per ettaro per anno. La SRF, diffusa nei Paesi del nord Europa (20.000 ettari per fini energetici) e del nord America (oltre 20.000 ettari per l'industria cartaria), incontra in Italia varie difficoltà a uscire dalla fase di sperimentazione e questo per vari motivi: per gli elevati costi di produzione della biomassa legnosa (difficilmente giustificabili senza contributi pubblici), per l'esigenza di terreni fertili il cui utilizzo è in concorrenza con coltivazioni agricole più remunerative, per la difficoltà della raccolta nel periodo invernale dovuta alla scarsa accessibilità dei terreni.

Potature agricole: nei frutteti e nei vigneti, grazie a nuove tecniche di raccolta e imballaggio, è possibile recuperare convenientemente biomassa legnosa altrimenti inutilmente dispersa o, peggio, destinata alla combustione a cielo aperto. Il loro smaltimento, in molti casi, ha creato una serie di problematiche come la sminuzzatura in campo di residui di potatura al fine di integrare la perdita di sostanza organica, ha dimostrato un aumento significativo di fitopatologie dovuto alla dispersione di frammenti legnosi infetti ed inoltre in molte zone è fatto divieto di bruciare a bordo campo tali residui. Gli oliveti, vigneti e frutteti possono fornire annualmente una significativa quantità di legno di accettabile qualità (di alta densità anche se con un elevato contenuto di ceneri a causa del basso rapporto legno/corteccia); diverse stime indicano mediamente in 3-4 (raramente 6) tonnellate di legno verde per ettaro per anno la produzione dei residui di potatura utilizzabili.

Nelle realtà in cui la filiera legno-energia è già consolidata, vi sono aziende agricole che integrano l'indirizzo frutticolo con attività di raccolta, cippatura, vendita e/o autoconsumo di tali residui, un caso importante in Italia è rappresentato dalle attività di fondovalle alpini nell'Alto Adige.

La raccolta di questa biomassa è favorita anche dal fatto che i frutteti sono dislocati per lo più su terreni facilmente accessibili, dove la meccanizzazione mantiene conveniente il costo del prelievo.

In generale, considerando l'estensione delle coltivazioni arboree nel nostro Paese e l'importanza che esse ricoprono nell'economia di molte aree rurali, appare chiaro che si tratta di un comparto di significativa importanza, specialmente nei distretti caratterizzati da spiccata vocazione olivicola, viticola e frutticola.

Alberature e verde urbano: i centri urbani sono una fonte importante di biomassa legnosa grazie alla presenza di parchi, giardini e alberature. La manutenzione periodica del verde verticale (alberature) in ambiente urbano e lungo la rete stradale statale, provinciale e comunale comporta potature e abbattimenti di molte piante il cui legno è solitamente considerato un rifiuto. Ogni pianta d'alto fusto in filare, con turno di potatura quindicennale, può produrre una quantità media annua di 200-250 kg di legna da ardere. Considerate in primo momento sottoprodotto utilizzabile per la combustione nelle centrali di teleriscaldamento a biomassa (legge 13 agosto 2010, n.129), successivamente la situazione è cambiata, infatti attualmente sono considerate come rifiuto non pericoloso (D.Lgs. 3 dicembre 2010; n.205) e come tali devono essere smaltite in discarica, trasformando quindi questo materiale da fonte di ricavo a costo di smaltimento per le amministrazioni pubbliche.

Scarti industriali: le industrie che lavorano il legno producono molti scarti (circa il 10-15 % della materia prima) e fino a poco tempo fa finivano diretti in discarica o alle cartiere (spesso lontane dai siti di produzione), ma grazie alle nuove tecnologie di lavorazione (pellet e bricchette) e di uso (stufe e caldaie moderne), molte realtà industriali sono riuscite a risparmiare sui costi dell'energia grazie all'autoproduzione di energia, inoltre nelle zone ricche di impianti di lavorazione legno sono sorte centrali di teleriscaldamento. L'utilizzo di scarti legnosi di derivazione industriale è riservata solo al materiale vergine, in quanto gli scarti di origine industriale possono presentare sostanze estranee al legno, quali: colle, vernici e preservanti che durante la combustione rilasciano sostanze altamente inquinanti. In questo contesto è necessario chiarire che non tutto il materiale legnoso può essere considerato utilizzabile per la combustione in caldaie alimentate a legno. Gli scarti ammessi dal legislatore (DPCM 8 marzo 2002), in quanto definiti come biomassa combustibile, comprendono materiale vegetale prodotto da:

- coltivazioni dedicate a tal uso;
- trattamento esclusivamente meccanico di coltivazioni agricole non dedicate;
- interventi selvicolturali, manutenzioni forestali e potature;
- lavorazione esclusivamente meccanica di legno vergine e costituito da cortecce, segatura, trucioli, chips, refili e tondello di legno vergine, granulati e cascami di sughero vergine, solo se non contaminati da inquinanti;
- lavorazione esclusivamente meccanica di prodotti agricoli, aventi le caratteristiche previste per la commercializzazione e l'impiego.

Restano pertanto esclusi (in quanto classificati rifiuti non pericolosi):

- scarti di legno trattato: residui delle lavorazioni di pannelli a base di legno contenenti colle e vernici (compreso il polverino di levigatura e sagomatura);

- scarti di legno impregnato: residui della lavorazione del legname impregnato con sostanze chimiche preservanti.

2.3 Il mercato delle biomasse agroforestali in Europa/Italia

Del totale di biomassa agroforestale prodotta in Europa annualmente, circa il 42 % è destinato all'uso energetico (fig.2.2).

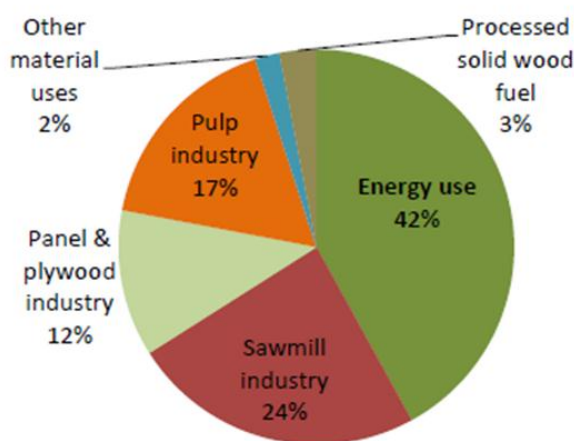



Figura 2.2 - Utilizzo legno nell'UE27, 2010 (% del volume totale in m³; fonte Eurostat).

Il legno e suoi derivati sono le principali fonti di energia rinnovabile consumati dai maggiori paesi facenti parte l'Unione Europea (grafico 2.1), il tasso di uso varia dal 97 % per l'Estonia a percentuali più basse come il 13 % per Cipro.

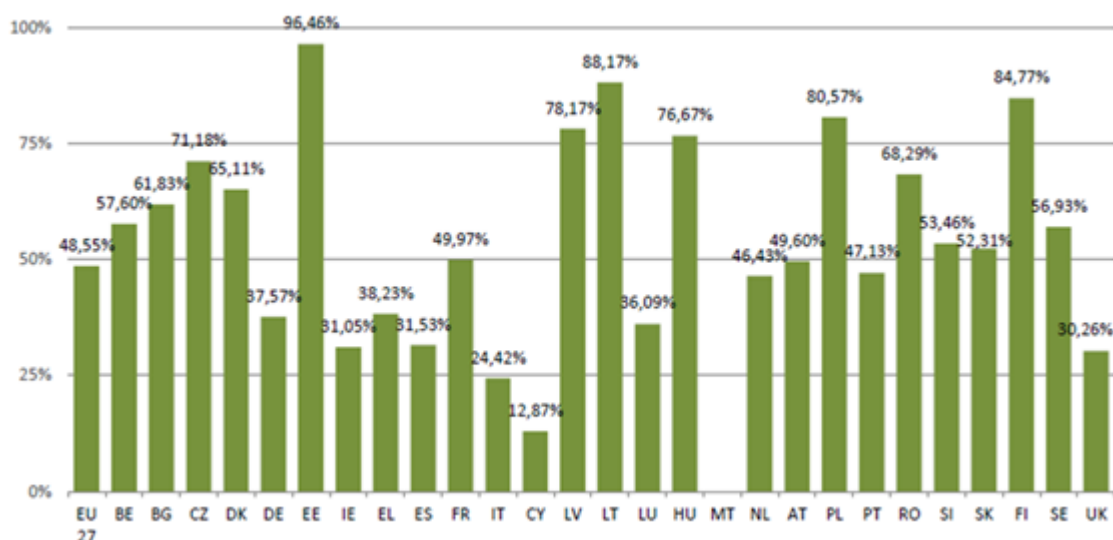



Grafico 2.1- Quota di legno e suoi sottoprodotti nel totale di energia rinnovabili nell'UE, 2010 (% del consumo interno lordo di energia da fonti rinnovabili, Eurostat).

In Europa la produzione di legna da ardere (fuelwood) continua a crescere nonostante la crisi economica, a causa l'incremento dell'uso di energia da fonti rinnovabili e dagli aumenti dei prezzi dei

combustibili fossili. La sua produzione è salita a 82,6 milioni di m³ nel 2009 (tab. 2.5). Soprattutto si denota l'aumento vertiginoso nell'uso di pellet, che registra un aumento del 41,3% tra il 2008 e il 2009, quasi la metà della produzione dell'UE è concentrata in Germania e in Svezia. Come si può notare dalla tabella 2.5 i principali Paesi per la produzione di energia da biomasse agroforestali sono Germania, Francia, Svezia e Finlandia, che da soli rappresentano più del 50 % del totale di biomassa utilizzata a scopi energetici. In questi Paesi, grazie alla vasta disponibilità di materia prima, sono sorti alcuni impianti di grossa taglia con potenze superiori ai 40 MWe (si contano poco più di 20 impianti in tutta Europa); inoltre sono i principali esportatore di biomasse agroforestali che trovano come principali mercati di sbocco: il Belgio, Olanda e Danimarca. È interessante evidenziare che questi paesi hanno adottato strategie differenti in termini di tipologie di impianti installati, ossia se destinati prevalentemente alla produzione di energia elettrica o termica. In Francia, ad esempio, la maggior parte della potenza installata è destinata ad usi termici (teleriscaldamento), mentre Germania e Finlandia sono le nazioni che maggiormente sfruttano le biomasse legnose per la produzione di energia elettrica, arrivando a superare i 10 TWh annui di produzione, che rappresentano quasi 10 volte l'elettricità prodotta in Francia e 3 volte quella prodotta in Italia da biomasse.

	Roundwood			Wood chips & particles	Wood residues & pellets	
	Total	Industrial roundwood	Fuelwood		Total	Pellets
EU27	391 923	309 334	82 590	47 533	38 790	7 828
BE	4 395	3 670	725	475	425	0
BG	4 599	2 224	2 375	47	53	6
CZ	16 187	14 307	1 880	1 380	1 140	0
DK	2 812	1 706	1 106	168	0	0
DE	56 634	48 073	8 561	3 127	828	1 460
EE	4 860	3 708	1 152	1 700	800	488
IE	2 349	2 262	87	516	167	8
EL	1 261	507	754	3	11	0
ES	13 980	11 900	2 080	1 747	2 231	242
FR	54 108	28 643	25 465	4 799	7 000	554
IT	7 581	2 600	4 981	420	200	0
CY	10	6	4	2	0	0
LV	10 409	8 673	1 736	2 847	890	671
LT	5 460	3 677	1 783	835	683	278
LU	274	257	17	555	853	14
HU	5 244	2 365	2 879	58	89	0
MT	0	0	0	0	0	0
NL	1 016	726	290	107	728	185
AT	16 727	12 144	4 584	3 505	2 362	222
PL	34 629	30 475	4 154	929	5 500	585
PT	9 564	8 964	600	198	1 507	402
RO	12 557	8 587	3 969	410	1 732	200
SI	2 930	1 948	983	118	236	6
SK	9 087	8 501	586	620	809	90
FI	41 653	36 701	4 952	5 803	4 990	260
SE	65 100	59 200	5 900	15 500	5 000	1 982
UK	8 497	7 509	988	1 665	555	175

Tabella 2.5 - Produzione di legname, legna da ardere e altri prodotti legnosi nell'UE, 2009 (1000 m³).

Per quanto riguarda l'Italia, i dati forniti dal GSE (Gestore Servizi Energetici) del 2011, rilevano la presenza di 99 impianti alimentati a biomassa solida (esclusi i rifiuti urbani), 71 nel 2010 (+39,4%), per un totale di 461 MW (+3,7 % rispetto al 2010) di potenza installata (tab. 2.6). L'Italia si colloca al quinto posto in Europa per potenza installata e nonostante la conformazione e l'estensione del territorio non permettano di raggiungere i livelli di potenza installata nei paesi leader, il potenziale inespresso di questa fonte rinnovabile è estremamente vasto.

Nel corso del 2009, le biomasse agroforestali hanno contribuito alla produzione di energia primaria in Italia per 5,2 Mtep (equivalenti a 60,5 TWh di produzione termica o 23,6 TWh di produzione elettrica), che corrispondono a circa il 2,7 % del fabbisogno totale del nostro paese. Si tratta di un contributo assolutamente non marginale, soprattutto se confrontato con altre fonti energetiche non rinnovabili quali il fotovoltaico (0,05 %) e eolico (0,06 %). La parte più consistente di questa produzione è relativa all'energia termica, tanto in impianti ad uso residenziale che nelle centrali di teleriscaldamento, che nel 2009 ha pesato per circa il 76 % sul totale.

	2010		2011		2011 / 2010 Variazione %	
	n°	MW	n°	MW	n°	MW
Biomasse	142	1.242,7	170	1.288,5	19,7	3,7
– da rifiuti urbani	*71*	*797,9*	*71*	*827,5*	*0,0*	*3,7*
– altre biomasse	*71*	*444,7*	*99*	*461,0*	*39,4*	*3,7*
Biogas	451	507,7	819	773,4	81,6	52,3
– da rifiuti	*228*	*341,3*	*260*	356,4	*14,0*	*4,4*
– da fanghi	*47*	*14,6*	*60*	*29,7*	*27,7*	*104,0*
– da deiezioni animali	*95*	*41,4*	*165*	89,5	*73,7*	*116,3*
– da attività agricole e forestali	*81*	*110,4*	*334*	*297,9*	*312,3*	*169,7*
Bioliquidi	97	601,2	275	763,4	183,5	27,0
– oli vegetali grezzi	*86*	*510,0*	*234*	*653,9*	*172,1*	*28,2*
– altri bioliquidi	*11*	*91,2*	*41*	*109,5*	*272,7*	*20,1*
Bioenergie	**669**	**2.351,5**	**1.213**	**2.825,3**	**81,3**	**20,1**

Tabella 2.6 - La potenza e numerosità impianti alimentati da bioenergie (GSE)

L'Italia presenta un alto potenziale di approvvigionamento da biomasse forestali purtroppo attualmente ancora poco sfruttato e che se ampiamente utilizzato inciderebbe molto sulla quota di energia da fonte rinnovabile sul parco energetico nazionale, a supporto di questa affermazione risulta interessante la tabella 2.7 che mostra il potenziale di approvvigionamento forestale nazionale, dove è semplice osservare che di tutte le regioni del Paese, a fronte di interessanti percentuali di biomassa disponibile, i prelievi risultano molto bassi. Vi sono casi particolari come Lombardia e l'Alto Adige, dove i prelievi si attestano circa al 40 % della disponibilità potenziale annua e regioni come il Piemonte, Valle d'Aosta e Sicilia dove il valore di utilizzo si abbassa di molto, fino a valori molto inferiori al 10 %.

Regioni/Province	Legname da lavoro conif.	Legname da lavoro latif.	Legname per uso energetico	Perdite di lavorazione in foresta	TOTALE UTILIZZAZIONI	Bosco disponibile per taglio legname (ha)	Incremento corrente mc/ha/anno	Prelievi unitari mc/ha/anno
Piemonte	4'965	24'742	88'567	2'761	**121'035**	798'410	4,60	0,15
Valle d'Aosta	1'964	342	10'973	587	**13'866**	65'085	3,00	0,21
Lombardia	83'348	608'320	556'537	31'670	**1'279'875**	535'618	5,20	2,39
Liguria	6'339	44'351	79'875	3'040	**133'605**	319'071	4,70	0,42
Emilia-Romagna	5'370	5'908	324'393	15'309	**350'980**	508'484	4,40	0,69
Alto Adige	404'990	407	254'834	69'656	**729'887**	300'553	5,50	2,43
Trentino	283'097	2'565	152'358	22'902	**460'922**	265'973	6,10	1,73
Veneto	167'261	9'002	123'887	21'297	**321'447**	362'365	5,60	0,89
Friuli-Venezia Giulia	81'205	4'867	64'101	11'513	**161'686**	195'630	5,60	0,83
Toscana	153'689	39'720	924'995	68'862	**1'187'266**	968'009	4,10	1,23
Umbria	130	475	470'869	20'147	**491'621**	360'589	2,20	1,36
Marche	200	560	99'324	2'867	**102'951**	285'820	2,70	0,36
Lazio	6'826	80'096	619'525	7'054	**713'501**	484'307	2,90	1,47
Abruzzo		4'192	96'741	2'125	**103'058**	316'440	3,40	0,33
Molise	1'857	3'746	125'425	1'308	**132'336**	128'142	3,20	1,03
Campania	2'486	95'269	277'812	8'787	**384'354**	295'594	4,10	1,30
Puglia			36'572	1'580	**38'152**	141'596	2,80	0,27
Basilicata	513	5'088	138'611	1'444	**145'656**	249'675	2,80	0,58
Calabria	174'807	195'906	298'199	-	**668'912**	396'869	5,40	1,69
Sicilia	537	10'786	26'129	2'033	**39'485**	234'318	3,00	0,17
Sardegna	1'613	1'000	121'277	4'038	**127'928**	528'628	2,00	0,24
ITALIA	**1'381'197**	**1'137'342**	**4'891'004**	**298'980**	**7'708'523**	**7'741'176**	**4,10**	**1,00**

Fonte: ISTAT - Tavola F01A **UTILIZZAZIONI LEGNOSE**, Anno 2010 - IFNI 2005

Tabella 2.7 - Potenziale di approvvigionamento forestale nazionale (ISTAT).

La tabella quindi mostra una situazione non positiva e soprattutto non efficiente dato che il sistema italiano di approvvigionamento di biomasse legnose predilige ancora l'importazione nonostante le evidenti potenzialità di cui gode. Ciò va a discapito dei boschi italiani che vengono abbondonati e lasciati a loro stessi, con future instabilità, dovute principalmente al sovraccarico di biomassa e presenza di piante malate. Tutto ciò incrementa la pericolosità delle frane e degli incendi, data la presenza di insediamenti umani nelle vicinanze. Questa situazione causa una serie di costi elevati per la comunità, sia in termini economici (sistemazione aree colpite) che in termini di vite umane; pertanto vengono persi fondi che potrebbero essere investiti in modo migliore nella stessa manutenzione generando importanti benefici alla comunità. Inoltre vengono bloccate le possibili assunzioni di personale nel settore di manutenzione boschiva, importante fonte di lavoro data dalla vocazione boschiva di queste aree.

2.4 Foreste e politiche di mitigazione dei cambiamenti climatici

A scala mondiale, le foreste occupano circa il 31% della superficie delle terre emerse (FAO 2010), contengono circa l'80% del carbonio epigeo e circa il 40% di quello globalmente presente nei suoli e sono caratterizzate da una produzione primaria annua pari a circa il 46% di quella globale.

Le foreste, assorbendo biossido di carbonio e inquinanti gassosi e rilasciando ossigeno e particolari gas in traccia, agiscono come importanti regolatori nell'accumulo di gas serra, e scambiano annualmente con l'atmosfera oltre il 60% di tutto il carbonio assorbito dalla biosfera. Inoltre, la capacità delle coperture forestali di ridurre l'albedo, di modificare la temperatura dell'aria e di

interagire con i venti, con le precipitazioni e con la chimica della bassa atmosfera determina un'azione diretta delle foreste sul sistema climatico.

La gestione delle risorse forestali costituisce, dunque, un tema fondamentale nel quadro dei rapporti tra ambiente e sviluppo. In particolare, la Convenzione delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici (UN-FCCC) e il connesso protocollo di Kyoto ne riconoscono pienamente il ruolo strategico ai fini del contrasto al fenomeno dei cambiamenti climatici globali. Il protocollo di Kyoto, sottoscritto da più di 180 Paesi ed entrato in vigore il 16 febbraio 2005, prevede l'impiego per i paesi industrializzati e per quelli con economia in transizione di ridurre nel periodo 2008-2012 le emissioni complessive di gas serra del 5,2 (6,5 per l'Italia) % rispetto a quelle del 1990. Recentemente con l'accordo di Doha (2012) l'estensione del protocollo si è prolungata fino al 2020 anziché la fine del 2012. Il protocollo per favorire il raggiungimento degli obiettivi prefissati ha previsto tre strumenti di mercato :

- il Clean Development Mechanism (CDM), consente ai Paesi rientranti nell'Allegato I[12] di investire in progetti da realizzare nei paesi in via di sviluppo, in grado di ridurre le emissioni di gas-serra, ma anche di favorire in questi paesi lo sviluppo tecnologico, economico e sociale;
- il Joint Implementation (JI), ammette la possibilità per i paesi dell'Allegato I di realizzare progetti di riduzione delle emissioni gas-serra in un altro paese dello stesso gruppo e di utilizzare i crediti derivanti, congiuntamente con il paese ospite;
- L'Emissions trading (ET), riconosce la possibilità di organizzare un commercio di crediti di emissione tra i paesi dell'Allegato I, ad esempio tra un paese che abbia conseguito una diminuzione delle proprie emissioni di gas serra superiore al proprio obiettivo e un paese che viceversa non sia stato in grado di rispettare i propri impegni di riduzione.

Il protocollo di Kyoto, inoltre, prevede anche una serie di attività territoriali, nel gergo Land Use, Land-Use Change and Forestry (LULUCF) e più specificatamente forestali come meccanismo valido per raggiungere gli obiettivi di riduzione o contenimento delle emissioni nazionali di gas-serra.

Le attività di LULUCF sono previste dagli articoli 3.3 e 3.4 del protocollo che riguardano rispettivamente i bilanci di assorbimento e di emissione di gas-serra derivanti da attività di afforestazione, riforestazione e deforestazione; invece il secondo si riferisce a quelli derivanti dalla gestione delle foreste già esistenti. Le foreste vengono viste come carbon sink, quando il bilancio netto tra anidride carbonica assorbita ed emessa in atmosfera è positivo, viceversa vengono definite carbon source, quando la respirazione e l'ossidazione totale delle piante, del suolo e del materiale organico eccedono la produttività primaria netta. Ipoteticamente i Paesi membri possono inserire negli inventari nazionali i bilanci positivi tra assorbimenti ed emissioni di CO_2 e altri gas climalteranti

[12] Paesi presenti nell'allegato I (Paesi industrializzati): Australia, Austria, Bielorussia, Belgio, Bulgaria, Canada, Croazia, Danimarca, Estonia, Federazione Russa, Finlandia, Francia, Germania, Grecia, Islanda, Irlanda, Italia, Giappone, Lettonia, Liechtenstein, Lituania, Lussemburgo, Monaco, Norvegia, Nuova Zelanda, Olanda, Polonia, Portogallo, Regno Unito, Repubblica Ceca, Romania, Slovacchia, Slovenia, Spagna, Stati Uniti d'America, Svezia, Svizzera, Turchia, Ucraina, Ungheria, Unione Europea.

legati a una serie di attività selvicolturali e in questo modo compensare parte delle emissioni nazionali di questi gas prodotti dai principali attività energivore.

L'Unione Europea nel 2005 ha implementato, dopo l'emanazione della Direttiva 2003/78/CE, un sistema per lo scambio di quote d'emissioni di CO_2, noto come Emissions Trading Scheme (ETS), all'interno della Comunità Europea. In base al principio cap and trade, l'Ets fissa un tetto alle emissioni delle imprese europee che operano nei settori economici più energy intensive, sotto forma di concessione d'un numero di permessi commerciabili, chiamati European Union Allowances (EUA). L'ETS al tempo stesso istituisce un sistema per il commercio dei crediti di emissione, ovvero un mercato che consente alle imprese di rispettare gli obblighi anche acquistando crediti di emissione disponibili sul mercato. Ciò ha creato grandissime aspettative, da parte dei proprietari forestali a agli addetti del settore, nell'apertura di un nuovo mercato e di interessanti guadagni economici; infatti secondo le stime della Quarta Comunicazione Nazionale del governo italiano all'UNFCCC del 2007 era previsto un potenziale di sink delle attività LULUCF pari a 25,3 Mt CO_2 e con un ipotetico prezzo di 20 € per ogni t CO_2, con una possibile previsione di guadagno in 5 anni (2008-2012) superiore a 1,2 miliardi di euro. Tuttavia, fin dalla sua istituzione, l'ETS esclude i crediti di emissione provenienti da attività del settore agricolo e forestale. Anzi, nel 2008 la Commissione Europea (Com(2008) 645/3) ha deciso di continuare a escludere i crediti forestali fino al 2020, e comunque fino a quando i problemi tecnici di monitoraggio, reporting, non-permanenza degli stock di carbonio forestale, leakage, ecc., non siano stati risolti.

Esclusi i crediti derivanti dalle attività delle LULUCF dal mercato regolare, si sono comunque istituiti dei mercati volontari, dove diverse amministrazioni pubbliche, imprese e perfino singoli individui hanno sentito la necessità d'effettuare investimenti di tipo volontario per ridurre la loro cosiddetta "impronta di carbonio" o annullare le proprie emissioni. Tale scelte sono legate a motivazioni ideali ed etiche, ma anche a considerazioni pragmatiche connesse ai risparmi e alla maggior competitività delle imprese con bassi livelli di emissioni e all'utilizzo di tecniche di green marketing volte a migliorare l'immagine dell'organizzazione del mercato.

Capitolo 3
Filiera legno-energia: dalla produzione all'uso finale.

3.1 Fase della raccolta (produzione e/o raccolta)

L'approvvigionamento della biomassa legnosa varia a seconda della fonte di cui si dispone, nei paragrafi seguenti verranno esposte le principali fasi di campo per quanto riguarda: il legno da foresta, da colture dedicate e sottoprodotti residuali.

3.1.1 Legno da foresta

La parte di filiera che si svolge in foresta è molto complessa e variabile in quanto influenzata da numerosi fattori tra cui: parcellizzazione delle superfici boscate, orografia, livello di meccanizzazione praticabile, infrastrutture esistenti, grado di formazione degli addetti ecc..

L'utilizzazione dei boschi Italiani è limitata al 50-60 % della superficie totale nel caso dei cedui, addirittura al 75-80 % per le fustaie; ciò è dovuto all'impossibilità di accedere a boschi con pendenze superiori al 60-70 %. Da qui si può intuire che i fattori importanti per la definizione del cantiere di lavoro, comprendente le fasi di abbattimento, esbosco e concentrazione, sono: la specie, la pendenza e l'accessibilità del terreno. Definiti questi fattori si possono organizzare cantieri di lavoro caratterizzati da un elevato livello di meccanizzazione e quindi con grande produttività, in condizioni particolarmente favorevoli, oppure cantieri più semplici, meno produttivi ma adatti per le situazioni più disagevoli. Nei nostri boschi di collina-montagna, nel rispetto della economicità delle operazioni e della tutela delle funzioni riconosciute a tali ambienti, l'unica via percorribile è la meccanizzazione leggera che varia al variare della pendenza. La tabella sotto fornisce dei possibili scenari e i tipi di macchinari utilizzabili al variare della classe di pendenza forestale.

CL	Pendenza (%)	Abbattimento	Concentramento ed esbosco
1	0-20	Motosega, macchine abbattitrici, allestitrici semoventi, trattori con teste di abbattimento.	In salita/discesa: a strascico della pianta intera o sramata; trattore con verricello (o rimorchio con gru e pinza idraulica).
2	21-40	Motosega, macchine abbattitrici, allestitrici semoventi, trattori con teste di abbattimento	In discesa, terreno asciutto e non accidentato: a strascico, pianta intera o sramata. In salita, terreno bagnato: trattore con verricello. In salita/discesa (tagli forti, 80-85 m^3/ha): gru a cavo o trattore con verricello.
3	41-60	Motosega	In salita dalla strada/pista: trattore con verricello. In salita/discesa: gru a cavo
4	61-80	Motosega	Gru a cavo pesanti; elicottero

Tabella 3.1 - Cantieri di lavoro (CL) allestitili in relazione alla classe di pendenza forestale (M.Fiala).

La prima fase della raccolta consiste nella localizzazione della cella su cui operare l'esbosco, ciò avviene previa autorizzazione da parte del comune o dell'ente preposto. L'abbattimento avviene

attraverso l'uso di motoseghe (di varie dimensioni a seconda dei diametri dei fusti su cui si lavora) o attraverso macchine predisposte all'abbattimento. La seconda operazione è la depezzatura, dove il tronco viene ripulito dai rami e grazie l'uso di risine[13], teleferiche, gru a cavo o trattori, vengono trasportati sulla strada forestale o sul piazzale di accumulo del legname per favorirne la pre-essicazione prima di essere trasportati nel luogo di lavorazione e/o consumo. La densità viaria (strade e piste forestali, depositi temporanei) gioca un ruolo importante nella gestione sostenibile dei boschi, al riguardo i maggiori esperti europei ritengono necessario una rete viaria piuttosto densa (strade camionabili: 30-40 m/ha; piste principali: 50-70 m/ha; piste secondarie: 90-110 m/ha), studiata per garantire il maggiore accesso alla fonte e per tutti gli interventi tra cui i diradamenti periodici.

3.1.2 Colture dedicate

A differenza della filiera in foresta precedentemente descritta, nelle filiere basate sulla coltivazione di specie da biomassa, la pendenza e quindi l'accessibilità alla fonte non creano problemi, in quanto vengono destinati a questo uso i campi o frazioni marginali di essi. Ciò però causa in alcuni casi un aperto conflitto con le colture tradizionali a destinazione alimentare, generando una vera e propria competizione nell'uso delle superficie agrarie che, se non adeguatamente governata, è causa di ricadute negative su interi settori produttivi nonché di non trascurabili questioni etiche (M. Fiala). Questo problema può essere ridotto, se esse sono introdotte in modo razionale e limitandole (o promuovendole) alle sole aree agricole attualmente non sfruttate, comportando dei vantaggi non trascurabili alla zona, sia essi diretti (economici) che indiretti (protezione dall'erosione, sviluppo occupazionale, aumento della biodiversità ecc.). Ai fini di questo lavoro, verrà accennato solo la filiera delle coltivazioni a rapido accrescimento. In queste colture, più note come Short Rotation Coppice (SRC), la biomassa legnosa deriva da specie arboree pollonifere sottoposte a turni di ceduazione assai frequenti (2 o 5-6 anni, a seconda della tecnica impiegata), in Italia la specie più diffusa è il pioppo. In base al turno di ceduazione, le SRC come già accennato si dividono in: SRF (Short Rotation Forestry) a turno biennale e MRF (Medium Rotation Forestry) a turno medio (5-6 anni). Nonostante gli alti valori di produttività, la filiera per i turni biennali presenta un limite che riguarda il prodotto finale, cioè il cippato, che data la bassa qualità può essere solo trasformata direttamente in calore dall'operatore agricolo, in quanto non presenta un valore aggiunto e, dati i modesti valori di mercato, solo tramite incentivi statali si possono ottenere guadagni apprezzabili. Nel caso delle MSF, la qualità del cippato risulta migliore e capace di spuntare prezzi di vendita migliori ma a costo di tempi di attesa più lunghi. Una soluzione a questi problemi è costituita dalla sottoscrizione di contratti di filiera mediante i quali l'operatore agricolo raggiunge con

---

[13] risine: strutture che permettono il trasporto del legname dal bosco al fondo valle, qualora non siano presenti strade idonee. Attraverso l'ausilio di tronchi o di altri materiali, i tronchi tagliati vengono trascinati giù in valle dove possono essere trasportati facilmente.

l'imprenditore energetico (consumatore) un accordo in virtù del quale il pagamento del cippato è corrisposto frazionato negli anni che precedono la raccolta a prezzi dipendenti al prezzo di vendita dell'energia prodotta. La fase di produzione è divisa in una serie di operazioni (M. Fiala 2012) :

1. *operazioni di preimpianto*: comprendono principalmente la lavorazione primaria (aratura a 40-60 cm), la lavorazione secondaria (erpicatura[14]) e la concimazione di fondo;
2. *trapianto*: vengono trapiantati i nuovi cloni di pioppo nei mesi primaverili (marzo-aprile) attraverso interventi onerosi, causati dall'elevato impiego di manodopera e di trapiantatrici specifiche, in grado di mettere a dimora verticalmente le talee[15] di 25-30 cm (ceduazione biennale) o astoni[16] di 2 m circa (ceduazione quinquennale);
3. *cure colturali:* operazioni frequenti sia nel post-trapianto, sia nel periodo successivo a ogni ceduazione, comprendenti di: diserbo chimico, erpicatura dell'interfila (20-30 cm), uso pesticidi e irrigazione;
4. *raccolta:* si esegue in periodo invernale, in assenza di foglie, e con modalità differenti a seconda del tipo di ceduazione. Nel turno biennale (SRF) le operazioni di raccolta sono riunite, quindi il taglio e la cippatura avvengono contemporaneamente, attraverso apposite macchine (fig. 3.1).

Figura 3.1 - Macchinari usati nella raccolta di pioppo in turno biennale: piattaforma di taglio montata su FTC (falcia-trincia-caricatrice) semovente (sinistra); testata cippatrice semiportata anteriormente dal trattore (destra).

[14] In agricoltura è una lavorazione del terreno complementare, eseguita generalmente come lavoro di rifinitura prima della semina.
[15] Frammento di una pianta appositamente tagliato e sistemato nel terreno o nell'acqua per rigenerare le parti mancanti, dando così vita ad un nuovo esemplare.
[16] Pianta arborea, di uno o due anni, cresciuta in vivaio e atta ad essere trapiantata a dimora.

Nel turno quinquennale (MRF) le operazioni di raccolta sono separate, quindi la cippatura avviene successivamente al taglio delle piante; quest'ultime generalmente sono tagliate qualche mese prima della cippatura e sottoposte a parziale essicazione all'aperto (essicazione naturale). Il taglio avviene attraverso l'ausilio di motoseghe o per cantieri più meccanizzati attraverso abbattitrici, accoppiate con escavatori o motrici forestali (fig. 3.2), che tagliano e accumulano il legname. L'operazione di cippatura avviene attraverso l'uso di cippatrici mobili (collegate ai trattori) per cantieri di piccole dimensioni o cippatrici a motore autonomo (grosse taglie e trasportate tramite rimorchio) per cantieri di grosse dimensioni.

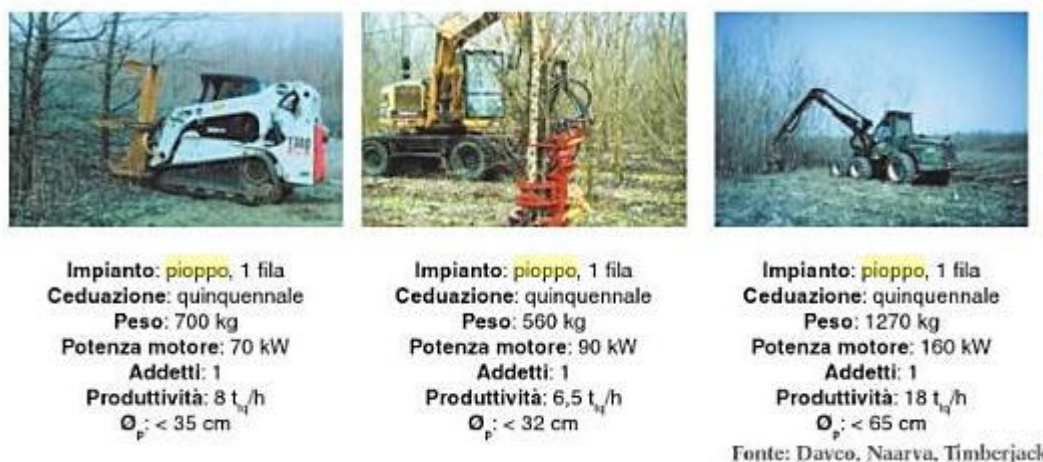



Figura 3.2 - Macchine usate per la raccolta quinquennale del pioppo: abbattitrice-accumulatrice con sega a disco applicata a mini-caricatore (sinistra); abbattitrice-accumulatrice con cesoia applicata a escavatore gommato (centro); testa di abbattimento con sega a catena applicata a motrice forestale (destra).

5. *ripristino finale:* al termine dei 10-12 anni del ciclo produttivo (il periodo varia a seconda della specie), il terreno, destinato ad una nuova generazione di colture (generalmente pioppo), deve necessariamente essere liberato dalle ceppaie e dal cospicuo apparato radicare lasciato dalla precedente coltivazione. Le operazioni vengono svolte attraverso l'uso di zappatrici Forestali che pur non raggiungendo elevate profondità, risultano essere economiche ed efficienti.

3.1.3 Sottoprodotti di lavorazione

La filiera dei sottoprodotti agricoli si scontra molto spesso con le problematicità di ordine economico e operativo, ciò è causato dalla difficoltà di meccanizzare efficientemente le operazioni di recupero del materiale. Nell'agricoltura italiana il recupero dei residui di potatura, nonostante l'evoluzione del mercato abbia messo a disposizione macchine robuste ed efficienti, continua ad essere fortemente vincolata dalle operazioni di raccolta che, soprattutto nei vigneti, per la loro giacitura, forma degli appezzamenti e larghezze dell'interfilare, risultano frequentemente gravose.

Dal punto di vista economico è opportuno considerare che i residui di potatura (con diametri inferiori a 4 cm) non hanno alcun valore di mercato e la loro gestione si configura per l'agricoltore come una operazione obbligatoria e onerosa. Negli ultimi anni, grazie alla costruzione di nuovi impianti di teleriscaldamento e di cogenerazione sul territorio nazionale, alimentati a biomasse legnose, le ramaglie raccolte stanno acquistando sempre più un valore economico, diventando quindi per l'agricoltore non una spesa ma un guadagno da integrare all'economia aziendale.

La raccolta prevede due possibili soluzioni, una per via di confezionamento in balle e una seconda per sminuzzamento in campo. Le macchine usate per queste operazioni, sono tutte macchine specifiche, caratterizzate dal fatto di aumentare la massa volumica delle ramaglie, molto ridotta (25-50 kg/m^3) e facilitarne lo stoccaggio e il trasporto. Le macchine per il confezionamento in balle sono delle imballatrici, appositamente modificate per raccogliere e confezionare le ramaglie (fig. 3.3).

Figura 3.3 - Caratteristiche principali delle raccogli-imballatrici per residui di potatura: rotoimballatrice standard a rulli (sinistra); rotoimballatrice leggera(centro) e imballatrice a stantuffo (destra).

Per quanto riguarda le macchine per la sminuzzatura delle potature in campo, vengono usate delle macchine derivanti dai sistemi di trincia-sarmenti, modificati appositamente per consentire la raccolta, la sminuzzatura e l'accumulo del residuo. Infine è importante fare un accenno anche ai residui di lavorazione del legno, ampiamente usati in impianti sia di teleriscaldamento che di cogenerazione da molti anni, soprattutto nelle zone famose per la lavorazione del legno. In questa filiera, molto diversa da quelle già accennate, non vi sono operazioni di concentrazione della biomassa in quanto essa è localizzata negli impianti di lavorazione. Non ci sono quindi costi di raccolta ma solo costi per il trasporto al sito di uso e il trattamento per l'utilizzo finale (produzione di pellets o bricchette), inoltre il prodotto finale ha una qualità molto elevata data dall'ottima stagionatura del legno usato e dalla provenienza da piante d'opera cosiddette "nobili".

3.2 Fase di prima lavorazione

Il legno per usi energetici, ottenuto dalle procedure descritte prima, segue fondamentalmente tre strade per giungere fino agli apparecchi di combustione:

1. Legna in pezzi per la combustione in stufe, camini o caldaie residenziali (legna da ardere);
2. Cippatura (per la combustione in grossi impianti di teleriscaldamento e cogenerazione);
3. Pellet (derivante da scarti della lavorazione del legno e usati in piccoli impianti domestici).

Il legno ottenuto dalla manutenzione dei boschi e/o dalle siepi campestri, dopo il taglio viene lasciato per un certo periodo all'aperto, dove perde umidità, fino a raggiungere percentuali ottimali per l'uso finale. Se il legno presenta caratteristiche tali per essere accettato in segheria, esso viene venduto come legno d'opera, nel caso contrario viene destinato o alla vendita come legna e tagliato nella misura più conveniente per l'uso finale (50-55 cm per caldaia a legna, 33-36 cm per caminetti e 25-27 cm per le stufe) oppure può essere destinato alla cippatura a seconda delle esigenze. Generalmente il legno destinato alla cippatura è legno di poco pregio, vale a dire rami, cimali, scarti di lavorazione, legno di bassa qualità. Questo materiale viene sminuzzato attraverso due diversi tipi di macchine, i trituratori e le cippatrici, a formare scaglie di piccole dimensioni (indicativamente 10 x 20 x 20 mm) che variano a seconda della macchina, detti minuzzoli o, in inglese, *chips.*

I trituratori e le cippatrici sono disponibili in versioni sia stazionarie sia mobili. Le cippatrici mobili permettono di effettuare la sminuzzatura direttamente in bosco o negli imposti e nei piazzali limitrofi. Esse sono montate su di un telaio e possono essere portate o trainate, a seconda delle loro dimensioni. I modelli portati sono azionati dalla presa di forza del trattore, mentre quelli trainati possono essere dotati di un motore autonomo. Si ricorre all'installazione di un motore autonomo qualora la potenza richiesta sia molto elevata, cosa che accade spesso nei trituratori.

La cippatura consente di ottenere una serie di vantaggi (G. Mezzalira et al. 2003):

- risparmio di tempo rispetto all'allestimento convenzionale con motosega (sramatura e sezionatura dei fusti), dal momento che nella sminuzzatrice spesso si introducono piante intere, senza doverle sramare o sezionare: in tal modo si ottengono produttività orarie davvero elevate;
- risparmio anche nelle operazioni di carico, dal momento che tali macchine sono in grado di soffiare il prodotto finale direttamente nel mezzo di trasporto;
- migliore sfruttamento della biomassa ricavata dalle utilizzazioni: si utilizzano tutte le parti della pianta, anche quelle che altrimenti rimarrebbero in bosco o in campo come scarti di lavorazione, recuperando un 20-30%;
- diminuzione della suscettività agli incendi da parte del soprassuolo dove i residui sono assenti;

- riduzione del volume apparente di rami, cimali, scarti di utilizzazione, facilitandone il successivo trasporto ai siti di stoccaggio o impiego finale;
- il legno cippato perde più rapidamente l'umidità in eccesso, accelerando l'essiccazione e ottenendo un combustibile energeticamente più pregiato;
- il cippato è un ottimo combustibile da gestire e usare in caldaie (di grosse dimensioni) a carico automatico.

Le caratteristiche principali del cippato variano principalmente in base a tre fattori: il tipo di azione meccanica che subisce (taglio o sfibratura), la composizione e le dimensioni dei chips.

Il tipo di azione meccanica che subisce il materiale grezzo dipende dalla macchina che si usa; le cippatrici (figura 3.4) effettuano un'azione di taglio: tagliano il legno perpendicolarmente rispetto alla fibra attraverso dei coltelli, differenti nei vari tipi di cippatrici a seconda dei diversi principi di funzionamento. I trituratori invece non tagliano il legno ma soltanto lo frantumano attraverso azioni di schiacciamento, sfibratura o impatto violento, realizzate per mezzo di martelli, rotori o eliche.

Figura 3.4 - Cippatrici di diverse taglie.

La composizione varia a seconda del materiale di partenza e dal suo contenuto (legno o legno insieme a corteccia e parti verdi), si distingue in (G. Mezzalira et al. 2003):

- *cippato bianco*, che deriva dalla sminuzzatura di solo legno, ovvero di fusti o tronchetti preventivamente scortecciati;
- *cippato marrone* o con corteccia, che presenta colore più scuro del precedente e, a parità di altre condizioni, ha una massa volumica leggermente superiore poiché la corteccia si frantuma in particelle di dimensioni più piccole e riempie parte degli interstizi fra i *chips*, dando origine a un cumulo più compatto; è il tipo di cippato più frequente, sia nella produzione forestale sia in quella industriale;
- *cippato verde*, contenente anche fogliame (soprattutto aghi), in quanto ottenuto dalla riduzione in *chips* di piante intere o di porzioni della chioma. La presenza di aghi nel cippato comporta una maggiore umidità e rende il materiale più soggetto a fenomeni indesiderati di

compattamento all'interno dei silos. Se il cippato è ottenuto da piante intere, la quota parte di aghi è comunque piuttosto ridotta: a titolo di esempio, 1 m^3 di cippato ottenuto dalla sminuzzatura di piante intere di pino silvestre con diametro a petto d'uomo di 10-15 cm è composto per il 79% da legno, per il 13% da corteccia, per il 4% da aghi e per il restante 4% da impurità. La presenza di aghi o foglie verdi è indice di materiale prodotto in foresta, ottenuto da piante sminuzzate subito dopo l'abbattimento e quindi assai ricco di umidità, indipendentemente dalla presenza o meno di fogliame.

Infine per quanto riguarda le dimensioni del cippato, generalmente si esprimono in base alla lunghezza media dei minuzzoli. Si parla di cippato fine quando i *chips* hanno dimensioni medie di 10 x 20 x 20 mm e di cippato grossolano per particelle di 15 x 50 x 70 mm. Le dimensioni delle particelle influiscono sulla densità del materiale e sul tempo di essiccazione; sono determinate dal tipo di cippatrice impiegata e dalla regolazione del dispositivo di taglio (velocità di rotazione dell'organo di taglio, velocità di avanzamento del pezzo di legno, regolazione della sporgenza e affilatura dei coltelli). La granulometria del cippato e ancor più la sua omogeneità sono importanti ai fini dell'impiego negli impianti di riscaldamento ad alimentazione automatica, in quanto particelle di dimensioni e forma differenti possono causare inconvenienti nel funzionamento del sistema di alimentazione della caldaia, come molto spesso accade con le coclee.

Per quanto riguarda invece, la filiera del pellet, essa può essere descritta brevemente nelle seguenti operazioni (M. Fiala 2012):

- *alimentazione*: macinazione, sgrossatura e selezione del materiale da usare per l'alimentazione della linea;
- *essiccazione*: l'umidità del materiale trattato costituisce un parametro molto importante in quanto quella massima possibile per alimentare la pellettatrice è pari al 12-13 %, l'essiccazione avviene tramite getti di aria calda prodotti dalla combustine di vari combustibili (es. segatura, cippato, gas naturale o altri combustibili fossili);
- *preparazione prodotto*: dopo l'essicazione il prodotto è sottoposto a un'eventuale depolverizzazione-selezionatura e alla raffinazione dove viene portato alla granulometria richiesta per la produzione (6-7 mm) che assicura omogeneità al prodotto;
- *produzione (pellettatura)*: il materiale trattato viene trasformato in pellet attraverso una pressa cubettatrice;
- *confezionamento*: il pellet una volta raffreddato e pulito viene pesato e confezionato per il commercio.

3.3 Fase di trasporto

Per trasporto si intende la movimentazione della materia prima dal luogo di produzione a quello di stoccaggio o di impiego finale; questa fase influenza in modo rilevante la convenienza e la sostenibilità di una filiera del legno-energia in un determinato luogo.

Le modalità e le distanze che caratterizzano il trasporto della biomassa raccolta sono un fattore decisivo in termini sia economici sia logistici; ciò è dovuto in particolare alla dispersione geografica del materiale, che viene prodotto in più località diverse e distanti tra loro, e successivamente deve essere concentrato negli appositi siti dove viene immagazzinato (piazzale di stoccaggio e commercializzazione) o utilizzato come combustibile (una centrale termica di varia potenza al servizio di un'utenza residenziale, pubblica oppure industriale).

La distanza di conferimento del materiale, la tempistica degli spostamenti, la tipologia e la numerosità dei mezzi impiegati nel trasporto sono pertanto parametri in grado di incidere fortemente sul bilancio economico, sulla progettazione e sull'organizzazione strutturale dell'intera piattaforma produttiva. Il trasporto della biomassa legnosa può influire pesantemente sul costo finale del materiale prodotto: per tale motivo questa fase va organizzata in modo tale da massimizzarne il più possibile l'efficienza. Il trasporto può essere organizzato in più modalità, a seconda di differenti aspetti quali:

- i soggetti coinvolti;
- la tipologia di materiale trasportato;
- il tipo di mezzo impiegato nel trasporto;
- la natura del trasferimento: il tipo di viabilità e la distanza da percorrere.

Le diverse tipologie di mezzi utilizzabili per il trasporto di biomassa legnosa ad uso energetici sono i seguenti :

- trattori agricoli con rimorchio (a sponde basse o a sponde alte) o con pianale, dotati o meno di gru idraulica;
- autocarri;
- autotreni;
- autocarri o autotreni porta-*containers* scarrabili;
- autoarticolati.

Il tipo di viabilità può permettere l'utilizzo di particolari macchine, escludendone altre, nei vari contesti si possono riscontrare :

- *piste forestali*, strade trattorabili e capezzagne nelle aree rurali (carreggiata minima 2,5 m): riescono a transitarvi solo trattori con rimorchio (o con pianale);
- *strade camionabili secondarie* (carreggiata minima 3 m): si possono impiegare trattori con rimorchio (o con pianale) o autocarri;

- *strade camionabili principali* (carreggiata minima 3,5 m): il trasporto può essere effettuato tramite trattori con rimorchio (o con pianale), autocarri, autotreni, autoarticolati.

I principali elementi che caratterizzano l'idoneità della viabilità per i vari mezzi di trasporto sono: la larghezza della carreggiata, le condizioni del fondo stradale e nelle zone boschive anche la pendenza massima, i raggi delle curve e dei tornanti, l'accessibilità delle piste. Un altro parametro di fondamentale importanza nell'influenzare la scelta del mezzo in base alla sua convenienza è la distanza da percorrere durante il trasporto del materiale legnoso. In tal caso la scelta è legata alla portata del veicolo, al tempo di viaggio, di carico e di scarico, e al costo orario del mezzo impiegato. Il trasporto con trattore deve assolutamente verificarsi nell'ambito di distanze ridotte, non superiori a 10 chilometri (Spinelli, 2002 b; Cavalli, 2004), altrimenti questa fase può gravare eccessivamente sui costi del processo produttivo. L'impiego dell'autocarro è invece giustificato in presenza di percorsi più lunghi o di carichi più rilevanti: l'autocarro risulta conveniente per viaggi fino a distanze massime di circa 30 chilometri (Spinelli, 2002 b). Il sistema dei containers scarrabili offre una serie di vantaggi nell'ottimizzazione della tempistica dell'intero processo produttivo (in particolare nelle fasi di carico della biomassa); tuttavia dalle esperienze si è osservato come tale opzione si riveli conveniente fino a una distanza di trasporto non superiore ai 25-30 chilometri (Spinelli, 2002 b), dopo di che risulta più vantaggioso l'impiego degli autocarri tradizionali. Il trasporto con autotreni o con mezzi autoarticolati richiede la presenza di una buona rete stradale locale e di imposti sufficientemente ampi per la fase di carico: in ogni caso la grande quantità di biomassa trasportabile ne fa il sistema di trasporto più economico, consentendo anche spostamenti su distanze oltre i 50 chilometri (Spinelli, 2002 b; Cavalli, 2004). Anche il tipo di filiera del legno-energia in cui si opera e la tipologia di biomassa prodotta (legna in pezzi o legno cippato), assieme alla peculiarità delle risorse localmente disponibili, costituiscono aspetti determinanti nel privilegiare un'opzione invece di un'altra. L'umidità del materiale trasportato ha anch'essa un'importanza rilevante: un alto contenuto di acqua può aumentare il peso del carico, oltrepassando la portata massima consentita nella circolazione, senza avere effetti positivi sull'efficienza energetica del materiale. Per tale motivo la biomassa dovrebbe sempre essere trasportata (e anche commercializzata) su base secca.

Un ultimo aspetto che va preso in considerazione è la capienza del silo di stoccaggio che caratterizza la centrale termica che si deve rifornire: la capacità utile del deposito e la lunghezza del viaggio possono influenzare in maniera determinante la scelta del tipo e del numero di mezzi di trasporto da utilizzare.

3.4 Visita al cantiere di taglio nella riserva naturale Pian Gembro (SO)

Il Pian Gembro è una località situata in Valtellina a 1350 m s.l.m. appartenente al comune di Villa di Tirano (SO). Dista circa 5 km da Aprica e dall'omonimo passo, occupa una superficie di circa 100

ettari di cui 22 di riserva assoluta, 8 di riserva controllata e 70 in fascia di rispetto. In questi ultimi sono permesse attività antropiche compatibili con la salvaguardia delle specie vegetali presenti. La caratteristica principale del sito riguarda la presenza di una torbiera (fig. 3.5) di transizione a dossi di sfagni creatasi nel periodo dell'ultima glaciazione (circa 10.000 anni fa), durante il Quaternario, grazie all'azione di una lingua del ghiacciaio Valtellinese che, deviando dall'asse vallivo principale, confluiva in quello del Tonale. Oltre a effettuare un'azione abrasiva, la lingua glaciale ha consentito il deposito di limi e argille che hanno impermeabilizzato la conca; questo fattore, unitamente al crollo dei materiali morenici dai versanti, ha permesso la formazione di un lago che, nel corso dei secoli, si è parzialmente occluso sia a causa dello sviluppo della vegetazione ripariale, sia dal costante apporto di materiale trascinato dalle piogge.

Figura 3.5 - Vista della torbiera nella riserva protetta del Pian Gembro.

La carenza di ossigeno e le temperature relativamente basse hanno impedito la completa decomposizione dei resti della vegetazione lacustre che si sono così accumulati dando origine alla torba. Questo combustibile fossile rappresenta il primo stadio di carbonizzazione del legno e presenta un potere calorifico limitato causato dal minor contenuto in carbonio rispetto alla lignite, alla litantrace e all'antracite. Nonostante questo, la torba è stata estratta dall'inizio del 1900 fino agli anni 70, dove l'alta disponibilità di nuovi combustibili più efficienti ha favorito l'abbandono dell'estrazione. Grazie alla presenza della torbiera e della particolare flora instauratasi, che include specie comuni e peculiarità botaniche, e la rarità di questi ambienti a sud delle Alpi, hanno spinto la Regione Lombardia a dichiararla area protetta. Nel 2005 a seguito delle prime denunce di infestazioni di Tipografo (più comunemente bostrico dell'abete rosso), piccolo coleottero che comportandosi da agente infestante si propaga tra le conifere svuotando dall'interno i fusti e causando l'ingiallimento precoce delle foglie e portando alla morte la pianta, la Comunità Montana Valtellina di Sondrio si è attivata per una campagna di interventi per il ripristino delle aree attaccate. Attualmente l'unico metodo riconosciuto per l'eliminazione dell'insetto è quello di utilizzare piante

esca e poi di bruciarle. Ciò ha causato l'aumento di biomassa legnosa disponibile per il vicino impianto di teleriscaldamento di Tirano. Le operazioni seguite durante la visita comprendevano la cippatura delle ramaglie in loco e alcune dimostrazioni sulle tecniche di abbattimento di alberi a seconda del tipo di fusto, l'inclinazione, la dimensione ecc. La figura 3.6 mostra le macchine usate nell'operazione di cippatura e raccolta del prodotto (cippato) nel cassone a sponde alte del trattore. La cippatrice (fig. 3.7) è attaccata e alimentata dal trattore, grazie alle sue modeste dimensioni che la rendono facilmente trasportabile e posizionabile nel bosco; inoltre richiede basse potenze di alimentazione (44-100 KW, trattori piccoli-medi).

Figura 3.6 - Macchine usate nella fase di cippatura in loco.

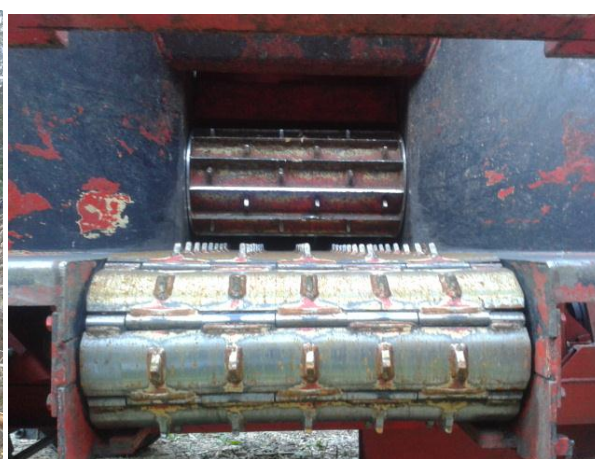



Figura 3.7 e 3.8 - Cippatrice con pinza di carico integrata e bocca della cippatrice con nastro trasportatore.

Grazie all'ausilio della pinza integrata alla cippatrice, l'operatore indirizza le ramaglie in direzione della bocca della macchina, incrementando così la produttività oraria e riunendo tutte le operazioni di lavoro in unico operatore, riducendo così i costi di manodopera. Le piante da sottoporre a taglio sono tutte segnate e picchiettate (inserimento di una placca con codice identificativo) dal perito della

forestale (fig. 3.9 e 3.10). La scelta degli alberi da tagliare avviene a seconda di vari elementi che pregiudicano la salute del bosco, come ad esempio alberi morti, alberi infetti, alberi danneggiati da eventi climatici o da frane, alberi vecchi che tolgono luce agli individui più giovani o alberi storti e malformi; anche la posizione incide sulle decisioni di abbattimento, infatti un albero molto vicino alla strada e che non gode di buona salute, presenta un potenziale di pericolo e quindi deve essere rimosso.

Figura 3.9 e 3.10 - Targhette e segni di riconoscimento sugli alberi da tagliare.

Per l'attività di taglio sono stati usati solo attrezzi semplici, non da cantiere meccanizzato, cioè motoseghe e relativi accessori, mazze, cunei e tutte le dotazioni antinfortunistiche (fig. 3.11).

Figura 3.11 - Strumenti usati per l'abbattimento non meccanizzato.

Bisogna sottolineare che la taglia delle motoseghe impiegate durante la visita, erano più adatte alla sola operazione di sramatura, cioè l'operazione di rimozione dei rami, piuttosto che al taglio di tronchi, in quanto non era previsto il taglio di alberi ma solo la cippatura delle ramaglie. Tuttavia per illustrare le varie procedure di taglio e le varie tecniche da adottare a seconda della tipologia di pianta, dimensione, inclinazione sono state usate su alberi non troppo voluminosi. Le immagini che seguono rappresentano le varie fasi di abbattimento con l'ausilio di una motosega una mazza e vari cunei, il tutto svolto da due operatori.

Figure 3.12 e 3.13 - Formazione della tacca direzionale con la motosega.

Figure 3.13 e 3.14 - Taglio con motosega e abbattimento con mazza e cuneo.

Figure 3.15 e 3.16 - Operazione di sramatura e cerniera ben visibile sulla ceppaia.

Una volta realizzata la tacca di direzione (fig. 3.12), si taglia il tronco dalla parte opposta della tacca di direzione e ci si avvicina ad essa (fig. 3.17), tagliando per tutta la lunghezza della cerniera.

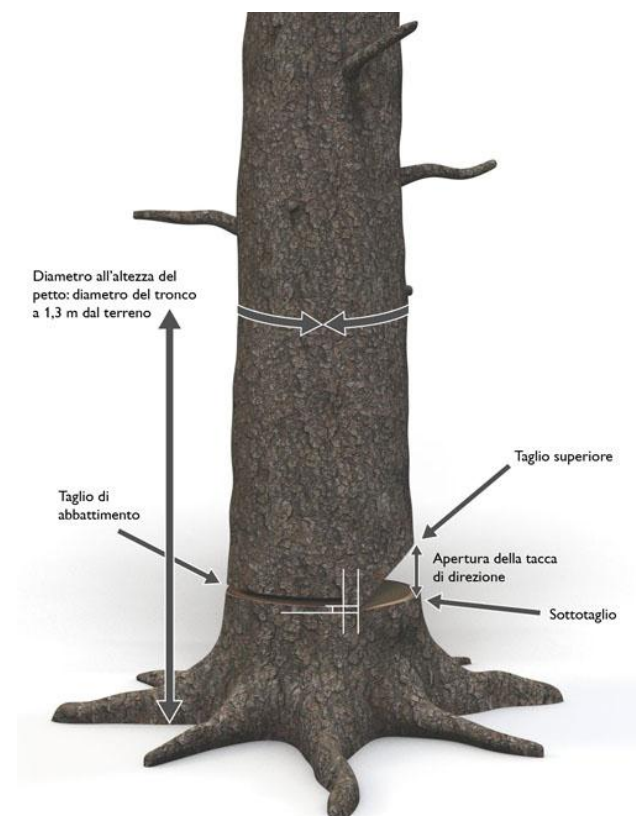



Figura 3.17 - Schema per il taglio sicuro con la motosega (fonte: Husqvarna).

Generalmente il taglio di abbattimento viene realizzato alla stessa altezza o leggermente al di sopra della tacca di direzione. Attraverso l'ausilio di cunei e mazze si facilita l'abbattimento e lo si rende più sicuro: prevengono anche la caduta dell'albero in - direzione opposta e l'inceppamento della barra guida nel tronco durante il taglio di abbattimento. La figura 3.16 mostra bene la cerniera sul ceppo, essa è la parte non segata tra la tacca di direzione e il taglio di abbattimento e funziona come una normale cerniera, guidando la caduta dell'albero sul terreno. La cerniera deve avere uno spessore uniforme ed essere lunga almeno l'80 % del diametro dell'albero all'altezza del petto. La larghezza deve essere pari al 10 % del diametro dell'albero. Per gli alberi con spessore superiore a 30 cm, è sufficiente una cerniera di 3 cm circa. L'angolo di apertura della tacca di direzione determina per quanto tempo deve rimanere intatta la cerniera. Minore è l'angolo, più velocemente si rompe la cerniera. La cerniera costituisce il fattore più importante per assicurare un abbattimento sicuro e pulito. Una volta riempito il carro di cippato, il carico è stato traportato dal sito di lavoro all'impianto di teleriscaldamento di Tirano (SO) per un totale di circa 13-17 km. Una volta raggiunto l'impianto il carico deve essere accettato e prima di raggiungere il piazzale di scarico, viene fatta la pesatura. Se il carico viene venduto a peso (quintali) vengono effettuate due pese, per la tara, all'ingresso e all'uscita, se invece viene venduto al metro cubo si fa una sola pesa e si controlla il carico, se si vede che c'è meno biomassa rispetto a quella dichiarata si fanno dei controlli più approfonditi. Nella maggior parte dei casi si vende a metro cubo dato che l'operazione è veloce e i carichi vengono quasi sempre dal Consorzio Alta Valtellina e da piccole imprese locali che lavorando da anni con l'impianto quindi ritenuti affidabili. Se il carico viene accettato, viene consegnato al trasportatore la bolla di conforme o conforme con riserva, quest'ultima nel caso in cui il carico presenti il 5 % o meno di impurità come sassi e terra, il carico viene accettato ma per le prossime volte si accettano solo carichi senza impurità. Le impurità creano problemi nelle fasi di carico del biocombustibile nelle caldaie, causando in alcuni casi il blocco del caricatore e quindi il conseguente blocco della caldaia.

Invece se il carico non viene accettato viene rilasciata una bolla di non conforme come le relative spiegazioni del rifiuto. Prima di dare la bolla di conforme, gli operatori dell'impianto controllano a vista il carico durante tutte le procedure, sia all'ingresso dando un occhiata dall'alto del rimorchio e alla fine durante lo scarico nel piazzale.

Figura 3.18 e 3.19 - Arrivo del carico all'ingresso dell'impianto e scarico.

3.5 I processi termochimici

Attualmente la tecnologia più diffusa per la conversione della biomassa solida in energia termica ed elettrica si basa su processi termochimici, nei quali cioè la liberazione di energia di legame immagazzinata nelle molecole organiche che costituiscono i tessuti vegetali avviene sotto l'azione del calore. In base alla quantità d'aria utilizzata per sostenere la trasformazione energetica, è possibile suddividere i processi termochimici in:

- *Combustione*, attuata con un apporto d'aria in eccesso rispetto al valore stechiometrico di ossidazione completa;
- *Gassificazione*, realizzata con un apporto d'aria in difetto rispetto al valore stechiometrico di ossidazione completa;
- *Pirolisi*, attuata in assenza di aria.

La combustione è il fenomeno chimico che avviene per ossidazione degli atomi di carbonio e di idrogeno presenti nella sostanza organica: durante tale reazione, nei comuni combustibili (legno, carbone, petrolio etc.), costituiti in gran parte da carbonio e idrogeno, l'ossigeno dell'aria (comburente) si unisce con l'idrogeno formando acqua (H_2O) e con il carbonio formando anidride carbonica (CO_2), monossido di carbonio (CO), fumi e ceneri. Il fenomeno, una volta innescato, si sviluppa violentemente con simultanea produzione di luce e calore. Il processo di combustione del legno è molto complesso e generalmente per semplificarlo lo si divide in tre fasi (fig. 3.20). La prima fase (temperatura sino a 200°C), richiede energia dall'esterno affinché possa procedere: consiste nell'essiccazione del legno per evaporazione dell'acqua in esso contenuta, nonché l'inizio della

pirolisi, cioè della scissione della cellulosa e della lignina per effetto del calore; si producono acqua, alcoli, aldeidi, chetoni ed altre sostanze che bruciano con fiamma lunga e a bassa temperatura.

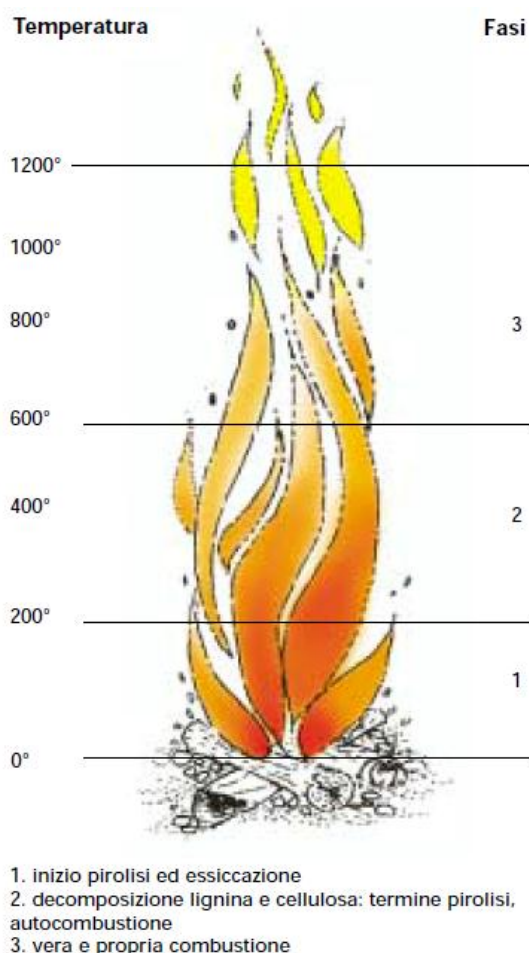



Figura 3.20 - Fasi della combustione del legno.

Segue la seconda fase (temperatura tra 200 e 600°C), in cui si ha la completa decomposizione per mezzo della pirolisi. La terza fase prende avvio sopra i 600°C ed è quella in cui si ha la vera e propria combustione: in presenza di abbondante ossigeno, il carbone (molto poroso), l'ossido di carbonio e i gas prodotti nella seconda fase bruciano completamente con produzione di CO_2, calore e luce. In questa fase si raggiungono le massime temperature della combustione legnosa, pari a circa 1200°C. Grazie all'immissione forzata di ossigeno, è possibile far innalzare la temperatura a 700-900°C, favorendo la cosiddetta combustione secondaria, grazie alla quale si può ottenere una combustione pressoché completa del legno, con l'innalzamento del rendimento e riduzione delle emissioni. Sia i vapori organici che l'ossido di carbonio bruciano lentamente e con difficoltà. Quando questi si disperdono in una massa fredda o lambiscono una parete fredda la combustione non si mantiene e si ha un fumo acido e tossico (M. Veronese et al. 2003).

Le emissioni dovute alla combustione sono tanto più deleterie per l'atmosfera quanto più i combustibili contengono zolfo, azoto, cloro e producono cenere. In generale le biomasse legnose sono povere in azoto. Durante la combustione si formano ossidi di azoto (NO_x), che vengono emessi sotto forma gassosa (non rimangono depositati nelle ceneri). Il contenuto di zolfo è molto minore nei combustibili legnosi, rispetto a quelli fossili; la maggior parte dello zolfo rimane nelle ceneri (40-90%), mentre la restante parte forma biossido di zolfo volatile. Anche il contenuto di cloro è piuttosto basso e anche in questo caso finisce per lo più nelle ceneri. Il cloro può formare HCl (acido cloridrico) che provoca effetti corrosivi importanti nelle parti metalliche della caldaia e della canna fumaria. Tanto meno efficiente è la combustione, tanto maggiore è la quantità di inquinanti prodotta: la mancanza di adeguate condizioni causa la combustione incompleta del legno e quindi aumentano le emissioni nocive. La combustione incompleta è causata principalmente dalle seguenti condizioni negative:

- inadeguata mescolanza tra aria e combustibile nella camera di combustione;

- una carenza complessiva di ossigeno disponibile;
- temperatura di combustione troppo bassa;
- tempi di permanenza troppo corti.

Quindi la qualità della combustione è legata a tre fattori fondamentali (la cosiddetta "regola delle 3T"): Tempo, Temperatura e Turbolenza; i tre parametri sono fortemente connessi tra loro. È importante un adeguato tempo di permanenza del combustibile sul focolare, dei fumi caldi nella seconda zona di combustione e negli scambiatori. La temperatura deve raggiungere livelli sufficientemente elevati per consentire di completare le varie fasi della combustione specie quella di ossidazione dei gas. Infine è fondamentale un sufficiente apporto d'aria nelle varie zone e fasi della combustione attraverso gli apporti di aria primaria, secondaria ed eventualmente terziaria.

La combustione è completa, almeno teoricamente, quando tutte le parti del combustibile hanno reagito con l'ossigeno. Diversamente, se non viene apportata aria a sufficienza, parte dell'energia contenuta nel combustibile rimane nei co-prodotti della combustione ad esempio come ossido di carbonio (CO) dando origine a una combustione incompleta. Le più moderne apparecchiature termiche presenti sul mercato sono progettate in modo da ottenere una combustione della legna quasi perfetta. Di conseguenza la composizione dei fumi emessi è simile a quella che si ottiene dalla combustione del gas naturale. Va notato però che, a differenza di quanto avviene quando si bruciano combustibili fossili, l'anidride carbonica emessa può essere non conteggiata perché essa è la stessa che precedentemente gli alberi avevano sottratto all'atmosfera per produrre il legno. Sul letto di combustione restano le ceneri che se provenienti dalla combustione di legna non trattata quindi senza tracce di vernici e prodotti chimici, può essere riutilizzata per produrre: conglomerati cementizi, compost e fertilizzanti; quest'ultimo impiego è interessante grazie al contenuto nelle ceneri di elementi utili per la nutrizione delle piante (calcio, potassio, fosforo), ma per essere utilizzate come tali devono essere sottoposte a test che accertino che il contenuto di metalli pesanti non superi i limiti stabiliti dalla normativa. Se le ceneri si fondono si formano sostanze liquide molto dense che possono ostruire le tubazioni delle macchine. La gassificazione consiste nell'ossidazione incompleta di una sostanza (biomassa legnosa) in presenza di temperature elevate (900-1000 °C) per la produzione di un gas combustibile (gas gasogeno) di basso potere calorifico (PCI = 1,1-1,2 kWh/m^3 nei gassificatori ad aria e PCI = 3,6-3,9 kWh/m^3 nei gassificatori a ossigeno), utilizzando come agenti gassificanti: l'aria, il vapore o l'ossigeno. Il gas prodotto, però presenta delle impurità (polveri, catrami e metalli pesanti), che compromettono l'uso finale del gas nei sistemi di conversione energetica, e quindi devono essere eliminati attraverso processi di purificazione (gas cleaning). I gassificatori generalmente richiedono che le caratteristiche chimico-fisiche dei biocombustibili siano le più possibili omogenee, soprattutto in termini di pezzatura e umidità, tale necessità può determinare significativi aumenti nei costi di preparazione della biomassa. La miscela di gas prodotta

può essere impiegata per alimentare: normali bruciatori per la generazione di energia termica, oppure più convenientemente e diffusamente, in motori a combustione interna di tipo alternativo (motori navali) per la generazione di energia meccanica e quindi in corrente elettrica tramite un generatore, inoltre grazie alle moderne tecnologie di cogenerazione si può recuperare contemporaneamente calore da usare per fabbisogni termici esterni (residenziale, industriale e terziario).

La pirolisi è un processo basato su una decomposizione termochimica che avviene fornendo calore a temperature elevate (400 ÷ 800 °C) in quasi totale assenza di ossigeno. La caratteristica di questo processo è quella di avere prodotti sia solidi che liquidi o gassosi. Le proporzioni son legate al tipo di pirolisi scelto e ai parametri della reazione. Si possono distinguere diverse tipologie di svolgimento della pirolisi: pirolisi lenta, pirolisi convenzionale e pirolisi veloce (o flash pirolisi) la quale a sua volta si divide in due modalità a seconda della temperatura a cui viene eseguita. La scelta del procedimento e del materiale con cui alimentare il reattore viene fatta a seconda del tipo di prodotto che si vuole ottenere (ad esempio per ottenere alcool metilico oppure acido acetico è necessario impiegare legno proveniente da piante a foglie caduche, mentre per ottenere carbone di legna è preferibile impiegare legno proveniente da piante sempreverdi). L'essiccazione della biomassa è un fattore che influenza il rendimento del processo di pirolisi in quanto l'acqua contenuta nel materiale richiede un elevato calore di evaporazione, quindi per avere buoni rendimenti il tasso di umidità non deve essere superiore al 20 %. È possibile raggiungere questo valore con un processo di essiccazione naturale (lento ma che non richiede di spendere energia) oppure utilizzando forni a temperatura di 100 °C che garantiscono l'evaporazione dell'acqua contenuta nel materiale evitando la sua possibile autoaccensione. Per quanto riguarda gli usi le opzioni più convenienti sono i cicli combinati con olio pirolitico per gli impianti di grande taglia, mentre per gli impianti più piccoli vengono usati motori a ciclo diesel basati su prodotti pirolitici (una volta raffinato l'olio pirolitico permette di ottenere biobenzine e biodiesel). Un vantaggio di questo metodo è che non implicando la combustione della biomassa permette di evitare l'emissione in atmosfera di sostanze inquinanti e dannose per l'uomo e per l'ambiente. Sistemi di questo genere possono essere usati in diversi ambiti industriali o possono essere applicati per smaltire i rifiuti solidi urbani (RSU).

3.6 Soluzioni tecnologiche per la combustione delle biomasse legnose

La combustione diretta della biomassa può avvenire in sistemi molto diversi fra loro, con prestazioni diverse, con caratteristiche specifiche a seconda del combustibile o dell'uso finale; alcuni sistemi sono comuni e usati da anni, altri sono di più recente introduzione e diffusione.

Queste soluzioni tecnologiche sono:

- combustori a griglia;
- combustori a letto fluido;

- combustori rotativi;
- combustori in sospensione.

Il **combustore a griglia** è il sistema più vecchio ma ancora oggi più usato per la sua semplicità costruttiva, l'elevata affidabilità e soprattutto per la flessibilità nei confronti del biocombustibile che può presentare pezzature e umidità diversificate. Sono chiamate così perché alla base della camera di combustione vi è una griglia che ha la funzione di supportare e movimentare il combustibile dalla zona di ingresso fino alla zona di uscita delle ceneri. Le due tipologie di caldaie a griglia presenti sul mercato sono le cosiddette caldaie a griglia fissa e a griglia mobile; le prime sono generalmente di media e piccola potenza: esse possono essere alimentate solo tramite cippato secco e caratterizzato da una pezzatura piccola e omogenea. Il contenuto idrico dei *chips* non può superare il 30-35%, in presenza di cippato umido esse possono andare incontro a malfunzionamenti più o meno significativi, fino allo spegnimento. Le seconde sono contraddistinte invece da grandi potenze e da una maggiore complessità tecnologica e strutturale. Sono in grado di bruciare sia cippato secco sia cippato fresco, molto umido caratterizzato da una pezzatura che può essere anche grossolana e disomogenea. L'investimento in termini monetari per la loro dotazione è molto più impegnativo e a livello industriale ma consente di utilizzare cippato di vario tipo e origine (anche ramaglie e verde urbano) ed ottenere un maggiore rendimento sulle taglie grandi. La movimentazione del biocombustibile all''interno della camera di combustibile si distingue in tre categorie di modalità costruttive (M. Fiala 2012):

- a *sfioro (focolare)*, dove la biomassa è introdotta dal basso e spinta verso l'alto facendola muovere su griglie laterali man mano che la combustione procede fino a produrre le ceneri che vengono scaricate in un apposito contenitore;
- a *griglia inclinata* (fig. 3.21), in cui il combustibile si muove verso la parte bassa della griglia, grazie alla gravità e ai movimenti periodici delle sezioni che compongono la griglia, alla cui base è situato un sistema di estrazione automatica (coclea, nastro) delle ceneri. L'impianto può essere o a griglia mobile o fissa;
- *griglia orizzontale mobile*, in cui la biomassa è introdotta nella camera di combustione tramite un nastro trasportatore, e successivamente, sempre adagiato sul nastro trasportatore, percorre tutte le sezioni della camera in cui avvengono le diverse fasi del processo di combustione.

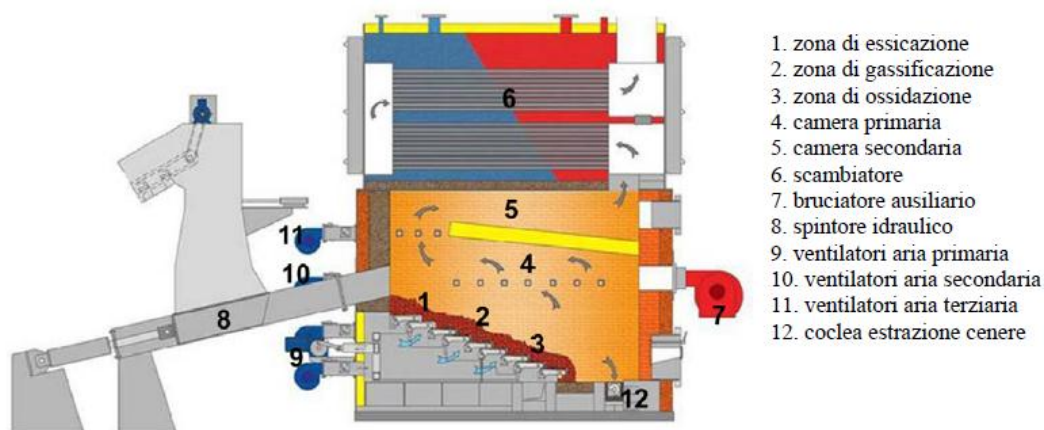



Figura 3.21 Moderna caldaia a griglia mobile inclinata (UNICONFORT mod. Biokraft).

L'aria necessaria per la combustione viene iniettata sia sotto la griglia che da sopra il letto di combustione. In generale l'aria di sottogriglia viene iniettata in quantitativi stechiometrici, in relazione al quantitativo di combustibile presente sul letto. L'aria di sopragriglia (detta anche aria secondaria) serve invece a permettere il completamento della combustione e a limitare la temperatura in caldaia. Il letto di combustione è abbastanza spesso, nell'ordine di qualche decina di centimetri, in modo da mantenere caratteristiche di combustione medie perlopiù costanti anche in caso di disomogeneità della composizione del combustibile e per proteggere la griglia dalle alte temperature di fiamma. In corrispondenza della prima parte della griglia, vicino all'alimentazione, si ha in genere l'essiccamento della biomassa, con diminuzione dell'umidità contenuta. Nella successiva porzione della griglia si verificano fenomeni di accensione, di gassificazione e di combustione. Affinché sia garantito il completamento della combustione, il tempo di residenza del combustibile sulla griglia deve essere di circa 30-60 minuti. Nell'ultima porzione della griglia si svolge la finitura della combustione e ciò che giunge allo scarico ceneri è prevalentemente materiale non combustibile (ceneri o inerti). L'eventuale presenza di incombusti nelle ceneri è circa l' 1-2 %, valore tollerabile (limite normativo 3 %) che evita l'obbligo dello smaltimento in discariche speciali (DM. 503 del 19/11/1997).

I **combustori a letto fluido** sono una tecnologia applicata a impianti di grande potenza termica, dove la biomassa è incenerita in un letto di sabbia, o altro materiale inerte, a temperatura di 800-1000 °C mentre è mantenuto in sospensione turbolenta da apposite soffianti, assumendo l'aspetto di un fluido. La caratteristica che la differenzia rispetto ai sistemi di combustione tradizionali è la possibilità di usare anche combustibili difficili senza particolari pretrattamenti e di operare a temperature relativamente basse, con conseguente riduzione delle emissioni di NO_x.

Questi tipi di impianti sono generalmente costituiti da: una sezione di alimentazione del combustibile e del materiale inerte, un reattore a letto fluido che comprende la soffiante dell'aria, il reattore vero e proprio e il sistema di raffreddamento, un separatore inerziale ad alta temperatura (ciclone), una caldaia a recupero e un sistema di trattamento dei fumi. Nel reattore, oltre al letto di materiale inerte,

è presente la cenere derivante dalla combustione e/o calcare ($CaCO_3$) che per calcinazione a elevate temperature, produce calce viva in grado di abbattere i gas acidi eventualmente prodotti dalla combustione; grazie a questo sistema l'impianto di trattamento dei fumi è limitato al solo uso di filtri a maniche. Vi sono diverse configurazioni dei letti fluidi: a letto bollente atmosferico, a letto circolante e di tipo pressurizzato; ciò che li caratterizza sono le diverse velocità e pressioni dell'aria fluidificante, insufflata dal sistema posto sotto il reattore.

I **combustori rotativi** sono dotati di un tamburo rotante, costituito da un cilindro di acciaio rivestito di materiale refrattario che, ruotando attorno al proprio asse, leggermente inclinato, facilita l'avanzamento del biocombustibile. Il carico viene inserito nella parte superiore del tamburo e può essere in equi- o in contro-corrente rispetto al flusso dei fumi di combustione. Lo scambio termico per conduzione tramite le pareti del combustore è assai elevato, grazie all'alto grado di rimescolamento del biocombustibile che fa registrare valori più alti rispetto a quelli in griglia. All'interno del cilindro sono disposti alternativamente dei setti, sollevatori e alette che incrementano l'azione di miscelazione del biocombustibile, la turbolenza e lo scambio termico all'interno del letto.

I **combustori a sospensione** sono nati principalmente con lo scopo di bruciare il polverino di carbone, ma attualmente sono impiegati per la combustione di alcune biomasse fini come la segatura, lolla e la pula, in impianti di elevata potenza. Il biocombustibile viene ridotto in polvere e bruciato all'interno di un flusso d'aria comburente preriscaldata e dosata. In termini di rendimento e potenza installabile, il sistema è migliore rispetto ai precedenti in quanto la finissima granulometria del biocombustibile ottimizza il contatto e la miscelazione con l'aria comburente, completando il processo ossidativo in minor tempo.

3.7 Impianti di teleriscaldamento e sistemi di cogenerazione

L'Autorità per l'Energia Elettrica ed il Gas da la seguente definizione di teleriscaldamento:

"sistema di riscaldamento a distanza di un quartiere o di una città che utilizza il calore prodotto da una centrale termica, da un impianto di cogenerazione o da una sorgente geotermica".

Il termine "teleriscaldamento" evidenzia una specifica caratteristica del servizio, ossia la distanza esistente tra il punto di produzione e i punti di utilizzo del calore: il cuore del sistema è composto da una o più centrali che possono servire edifici situati anche ad alcuni chilometri di distanza e che sono collegati alla centrale mediante una rete di tubi interrati, in cui fluisce un fluido termovettore (che può essere acqua o vapore). Le componenti principali di un sistema di teleriscaldamento sono: una centrale termica dove viene prodotto il calore (utilizzo di qualsiasi combustibile), una rete di trasporto e distribuzione costituita da speciali condotte sotterranee e un insieme di sottostazioni. Queste ultime sono situate nei singoli edifici da servire e sono costituite da scambiatori di calore che permettono di realizzare lo scambio termico tra l'acqua della rete di teleriscaldamento (circuito

primario) e l’acqua del circuito dell’utilizzatore (circuito secondario) senza che vi sia miscelazione tra i due fluidi. Nella centrale termica il calore sviluppato viene trasferito all’acqua del circuito primario che si riscalda e viene poi inviata alle diverse utenze attraverso la rete di distribuzione. Giunta alla sottostazione l’acqua della rete trasferisce all’acqua del circuito secondario il calore necessario per riscaldare gli ambienti e per la produzione dell’acqua calda sanitaria. Alla fine di questo processo l’acqua, ormai raffreddata, ritorna alla centrale per essere nuovamente riscaldata (fig. 3.22).

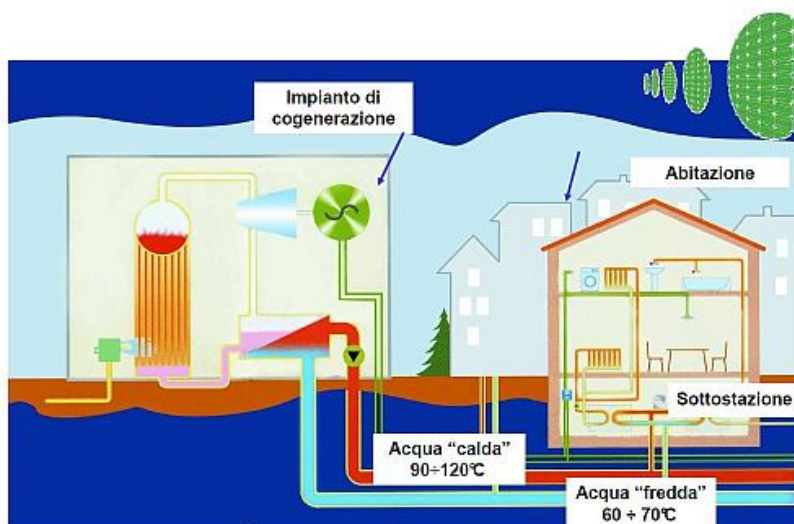



Figura 3.22 - Schema impianto di teleriscaldamento e cogenerazione (GSE).

L’impianto di distribuzione interno agli edifici allacciati alla rete resta inalterato e lo scambiatore di calore sostituisce la caldaia convenzionale. Nel caso in cui allo scambiatore siano allacciate più utenze, presso ciascuna di esse è installata un’apposita apparecchiatura che consente di gestire autonomamente le temperature dei locali e di registrare i relativi consumi. L’affidabilità del servizio è molto elevata ed è possibile applicare il sistema ad intere aree urbane, rendendolo un vero e proprio servizio pubblico come l’acquedotto o la rete elettrica cittadina. Tuttavia per rendere questo sistema il più efficiente possibile è necessario individuare un’utenza concentrata in un’area ben definita, come un quartiere, un’area commerciale o industriale, un insieme di utenze pubbliche prossime tra loro o loro combinazioni (la traduzione in inglese di teleriscaldamento, “district heating”, richiama proprio questa caratteristica di riscaldamento distrettuale). Non è perciò consigliabile una rete di teleriscaldamento che colleghi utenze isolate o sparse, questo perché il costo della rete è molto elevato ed è proporzionale all’estensione della rete stessa. Se le utenze sono molto sparse sarà necessario realizzare una rete molto lunga per fare in modo che ognuna di esse possa allacciarsi alla condotta primaria, di conseguenza i costi di investimento per il complesso centrale più rete aumenteranno di molto rendendone poco conveniente la realizzazione. Negli impianti di teleriscaldamento a biomassa il calore prodotto nelle

centrali termiche è ottenuto solitamente usando come combustibile la biomassa legnosa, attraverso il processo di combustione. Negli ultimi anni questi impianti si sono sviluppati maggiormente nei paesi di montagna data l'elevata presenza di superficie boscata e quindi l'elevata disponibilità di biomassa legnosa da filiera corta. Con "filiera corta" si intende dire che la biomassa ha origine all'interno di un raggio di 70 km dall'impianto di produzione dell'energia, questo è un aspetto molto importante da tenere in considerazione in quanto utile per fare una stima dei costi di approvvigionamento della biomassa. Infatti maggiore è la distanza tra il sito di produzione e la centrale termica e maggiori saranno i costi per il trasporto della biomassa nelle vicinanze della centrale stessa (silos di stoccaggio interno oppure piazzale o capannone esterno). Se la somma dei costi di trasporto e di acquisto risultano troppo elevati si perde una buona parte del vantaggio che deriva dalla grande disponibilità della biomassa nel territorio; ad esempio: se la distanza tra produzione e utilizzo della legna è troppo elevata, si ipotizza una distanza superiore ai 70 Km (filiera corta), l'energia consumata per il trasporto è superiore a quella contenuta nella biomassa. Il processo di combustione per la produzione dell'energia termica avviene all'interno di caldaie che solitamente sono del tipo a griglia mobile; questa tipologia di caldaia permette infatti di bruciare cippato di qualità più bassa, vale a dire con un tasso di umidità maggiore (fino al 50 %) e con un contenuto di ceneri più alto. Il calore generato viene trasferito al fluido termovettore (che di solito è acqua) mediante uno scambiatore di calore del tipo gas-fluido, il fluido viene poi fatto circolare nella rete di teleriscaldamento che, attraverso l'utilizzo di un sistema di pompaggio e di particolari tubi (fig. 3.23 e 3.24) isolati e raggiunge i consumatori, soddisfacendo così la richiesta termica di tutte le utenze allacciate alla rete.

Figura 3.23 e 3.24 - *Schema illustrativo della sezione di un tubo per teleriscaldamento (sinistra), messa in posa delle tubazioni (destra).*

3.7.1 Vantaggi del teleriscaldamento

Sul territorio comunale l'introduzione di un sistema di teleriscaldamento favorisce la razionalizzazione di un settore quale quello dei consumi termici degli edifici, generalmente contraddistinto da basse efficienze nell'utilizzo dell'energia. Inoltre lo spegnimento delle caldaie di edificio e di appartamento porta all'eliminazione di una fonte di rischi per la pubblica sicurezza come incendi ed esplosioni. La creazione di un'azienda di gestione di un nuovo servizio produce a livello locale occupazione e sviluppo, soprattutto se si considera l'attivazione della filiera per l'approvvigionamento della biomassa. Il teleriscaldamento non presenta solo vantaggi collettivi ma porta anche a convenienze per i singoli utenti; si consideri che, per un principio di concorrenza, le tariffe del servizio calore saranno necessariamente posizionate per offrire all'utenza un risparmio economico rispetto alle soluzioni tradizionali. Ad essere offerto poi è un servizio finale e non un combustibile che necessita di una ulteriore trasformazione tramite le caldaie. Il servizio calore permette di:

- pagare a contatore il servizio e non il combustibile;
- regolare la durata del riscaldamento secondo le proprie esigenze (sempre secondo le limitazioni di legge).

I costi per gli utenti sono ancora minori se si analizzano altri fattori:

- costi evitati per acquisto e manutenzione ordinaria e straordinaria delle caldaie che vengono eliminate;
- maggiore disponibilità di spazi utili (le dimensioni degli scambiatori per teleriscaldamento sono minori delle caldaie di pari potenza, ed inoltre non richiedono locale ventilato, tiraggio, ecc.).

Il vantaggio economico va valutato infatti sul ciclo di vita delle apparecchiature considerando tutti i costi (acquisto, esercizio, manutenzione). La riduzione del consumo di fonti energetiche fossili comporta chiari vantaggi ambientali, come già detto le singole caldaie di appartamento o di edificio che solitamente usano come combustibile il gasolio vengono eliminate e quindi oltre alla riduzione dei consumi si ha una netta diminuzione delle emissioni di CO_2 nell'ambiente. Inoltre l'eliminazione delle caldaie distribuite e la loro sostituzione con un'unica centrale termica consente l'adozione delle migliori tecnologie di abbattimento degli inquinanti; infatti una sola fonte di emissioni è più facilmente controllabile e può essere facilmente sottoposta ad interventi migliorativi con il progredire della tecnologia. L'uso della biomassa, oltre che comportare benefici ambientali, riduce la dipendenza dall'importazione di combustibili fossili, consente di valorizzare le risorse agro-forestali ed incrementare il reddito delle attività. L'uso razionale dei bacini di raccolta della biomassa può invece favorire la prevenzione degli incendi e la diminuzione dei rischi idrogeologici.

3.7.2 Servizi resi alla comunità

I possibili servizi resi alla cittadinanza al momento della realizzazione delle sottostazioni riguardano le varie possibilità di impianto installabile in particolare:

- teleriscaldamento individuale; fornitura di teleriscaldamento standard e unità di contabilizzazione per ogni unità abitativa. L'unità di contabilizzazione è il sistema di misurazione dell'energia termica (per riscaldamento e acqua calda sanitaria) costituito da un contacalorie, un contatore volumetrico e valvole di intercettazione. Il contratto di fornitura potrebbe essere direttamente tra il gestore e il cliente finale;
- allacciamento e messa a norma del circuito secondario; possibilità di affidare al gestore oltre l'allacciamento al teleriscaldamento, la messa a norma dell'impianto secondario, in particolare la sostituzione dei vasi di espansione, la trasformazione dell'impianto interno da vaso aperto a vaso chiuso, la messa a norma dell'impianto elettrico, ecc.. ;
- trasformazione di un condominio con caldaie mono-famigliari; quando la canna fumaria è da sostituire e le singole caldaie sono obsolete può essere vantaggioso allacciarsi al teleriscaldamento. Si può utilizzare la canna fumaria per una nuova distribuzione interna ed installare al posto delle caldaie i cosiddetti moduli satellite, ossia apparecchiature idonee a produrre riscaldamento e acqua calda sanitaria, oppure un contacalorie con valvola di zona. In questo modo si uniscono i vantaggi del teleriscaldamento mantenendo la completa autonomia di regolazione.

3.7.3 La cogenerazione

La cogenerazione è la produzione combinata di energia elettrica (o meccanica) e calore. Si tratta, attualmente, di una delle tecnologie più efficienti per un uso razionale dell'energia, poiché permette di produrre contemporaneamente energia elettrica e calore sfruttando in maniera ottimale l'energia primaria contenuta nel combustibile (fig. 3.25). Può essere usata in grandi impianti industriali, o in abbinamento al *teleriscaldamento*, o realizzata con impianti di piccola e piccolissima taglia (*mini-* e *micro-cogenerazione*). La cogenerazione ha conosciuto negli ultimi anni un notevole miglioramento tecnologico che ne ha incrementato l'*efficienza*: oggi i sistemi più evoluti - basati su motori a combustione interna, turbine e celle a combustibile - sono in grado di trasformare l'energia del combustibile in una produzione energetica finale con rendimenti complessivi anche prossimi al 90%.

Figura 3.25 - Schema illustrativo sul l'uso razionale dell'energia contenuta nel combustibile, ottenibile con un sistema di cogenerazione (GSE).

In un impianto di teleriscaldamento alimentato a biomassa legnosa, l'energia termica sviluppata dalla combustione della biomassa viene utilizzata per produrre vapore surriscaldato ad alta temperatura e alta pressione che poi viene fatto espandere in una turbina a vapore per la produzione dell'energia elettrica. Il vapore in uscita dalla turbina ha una temperatura ancora piuttosto elevata e quindi può essere recuperato e inviato ad uno scambiatore dove cede calore al fluido termovettore che circola nella rete di teleriscaldamento. In questo modo si ha da una parte la produzione di energia elettrica e dall'altra il recupero del calore per soddisfare le richieste di energia termica delle utenze allacciate alla rete. Il recupero del calore può essere totale o parziale; nel primo caso l'intera portata di vapore in uscita dalla turbina viene recuperata e sfruttata per i bisogni delle utenze, nel secondo caso invece grazie ad una valvola di regolazione situata tra il corpo di alta pressione e quello di bassa pressione della turbina si può effettuare uno spillamento di vapore che verrà usato per i bisogni della rete di teleriscaldamento, la restante parte del vapore passerà nel corpo di bassa pressione per la produzione di ulteriore energia elettrica.

3.7.4 Organic Rankine Cycle (ORC)

Il ciclo Rankine a fluido organico (ORC) è simile a quello utilizzato da una tradizionale turbina a vapore, eccetto per il fluido di lavoro che, in questo caso, è un fluido organico con elevata massa molecolare: la scelta del fluido (ad esempio: idrocarburi, HCFC, polisilossani), per ottimizzare il rendimento del ciclo termodinamico, è effettuata in funzione della temperatura della sorgente termica a disposizione. Gli impianti ORC sono sistemi che permettono la produzione contemporanea di energia elettrica e termica messa a disposizione sotto forma di acqua alla temperatura di 60-90 °C.

L'impianto ORC, schematizzato nella figura 3.26 e 3.27, è sostanzialmente composto da una pompa, una turbina e alcuni scambiatori di calore: il fluido di lavoro organico viene vaporizzato mediante l'utilizzazione di una sorgente di calore nell'evaporatore. Il vapore del fluido organico si espande

nella turbina, attraversa un rigeneratore e viene quindi condensato utilizzando un flusso di acqua in uno scambiatore di calore. Il liquido condensato viene pompato nel rigeneratore dove viene preriscaldato dal fluido uscente dalla turbina e poi nell'evaporatore chiudendo il ciclo. L'utilizzo del rigeneratore non è strettamente necessario, ma permette un aumento del rendimento dell'impianto.

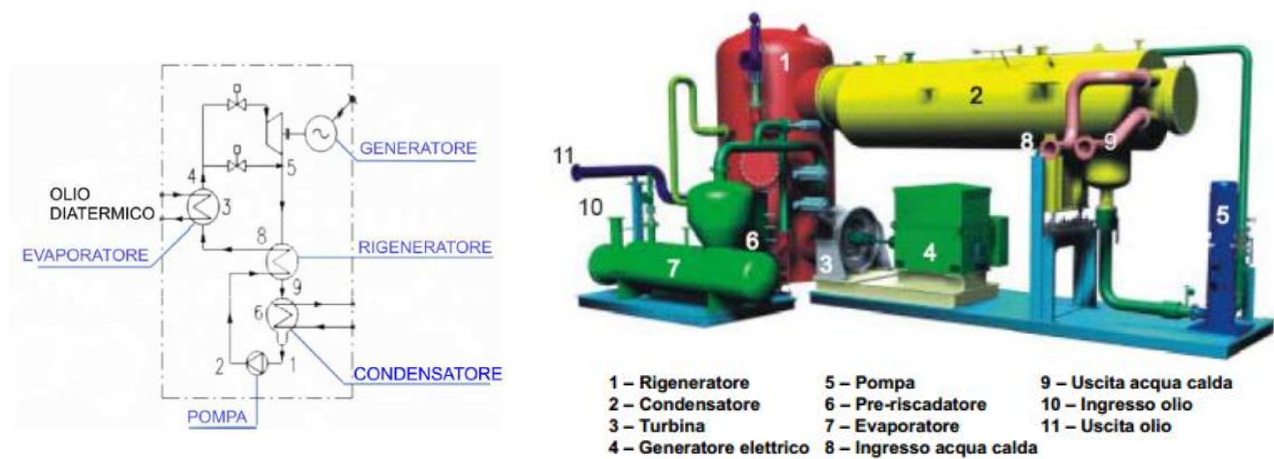



Figura 3.26 e 3.27 - *Schema impianto ORC e illustrazione (Turboden).*

Generalmente questi impianti sono impiegati per la produzione di energia da biomassa solida o utilizzano calore di risulta di processi industriali o di recupero da motori a combustione interna. Il vettore energetico utilizzato per la vaporizzazione del fluido organico è in genere olio diatermico (olio minerale, o sintetico per temperature oltre i 300 °C) o acqua, mentre per la condensazione è utilizzata acqua. L'utilizzo di olio diatermico consente inoltre di evitare l'impiego di caldaie ad alta pressione. Il fluido di lavoro, come già accennato, è un composto organico (o una miscela) caratterizzata da alto peso molecolare: ciò permette di ridurre la velocità di rotazione dell'espansore e una connessione diretta al generatore. Altra caratteristica peculiare dei fluidi impiegati nei cicli ORC è quella di essere "fluidi secchi" cioè caratterizzati da una pendenza positiva della curva del vapore saturo (fig. 3.28). Questo permette di avere un vapore surriscaldato a fine espansione anche partendo dalla curva del vapore saturo, con il vantaggio di assenza di condensa in turbina e la conseguente preservazione delle parti a contatto con il fluido dalla erosione. La scelta del fluido organico da impiegare, per ottimizzare il rendimento del ciclo termodinamico, è effettuata in funzione della temperatura della sorgente termica a disposizione. Per lo stesso motivo, la turbina è generalmente progettata con riguardo al fluido elaborato.

Figura 3.28 - Diagramma T-s di un fluido secco (Enea).

3.8 Emissioni gassose da combustione biomasse solide

Come già accennato, la combustione incompleta della biomassa (non completa ossidazione del combustibile) comporta una serie di svantaggi, oltre a una riduzione del rendimento di trasformazione si ha una produzione di composti inquinanti rilasciati in atmosfera, alcuni con conseguenze sulla salute umana. Secondo alcune valutazioni, l'utilizzo di biocombustibili contribuirebbe per l'1-5 % alle emissioni totali di CH_4 (metano), per il 6-14 % a quelle di CO, per l'8-24 % a composti organici non-metanigeni (NMTOC) e per l'1-3 % al *global warming.*

Questi aspetti critici possono essere correlati alla composizione chimica del materiale vegetale; in particolare risulta problematica la presenza di azoto (N), fosforo (P), potassio (K), zolfo (S) nonché di altri elementi presenti in tracce. Le emissioni inquinanti derivanti dalla combustione della biomassa possono quindi dipendere dai seguenti fattori:

- **il biocombustibile**, se contiene elementi o composti inquinanti che transitano inalterati nel processo di combustione e/o a seguito della combustione si trasformino in composti inquinanti (es. NO_x, SO_x, HCL);
- **l'anomala conduzione del processo di combustione**, in casi in cui l'apporto di aria comburente sia insufficiente per la completa demolizione delle molecole organiche fino all'ossidazione completa del carbonio a formare CO_2. Con livelli troppo bassi di comburente (aria), si generano facilmente composti carboniosi parzialmente ossidati tossici o altamente nocivi come: CO, composti organici volatili non metanigeni (NMVOC), idrocarburi policiclici aromatici (IPA), diossine e furani (PCDD/F), idrocarburi incombusti (C_xH_y).

A tali composti, inoltre si vanno ad aggiungere la formazione di polveri o particolato (PM) e di ossidi di azoto derivanti dall'introduzione di azoto atmosferico (aria comburente) nella camera di combustione in condizioni di elevata temperatura e conseguente ossidazione. La formazione degli **ossidi di azoto (NO_x),** sotto forma di NO e NO_2, è riconducibile all'ossidazione dell'azoto inizialmente

contenuto nel combustibile, quando la temperatura di combustione raggiunge 800-1200 °C. I fattori principali che determinano la loro combustione sono: la concentrazione di N nel combustibile, la concentrazione di ossigeno e le alte temperature all'interno della camera di combustione. L'azoto presente nell'aria, anche se in misura limitata, a temperature elevate (1000-1200 °C), partecipa alla formazione degli ossidi di azoto. Gli **Ossidi di zolfo (SO_x)** si formano in presenza di materiali, quali ad esempio la corteccia o la paglia, dove si hanno tenori in zolfo più elevati (>0,2 % sulla sostanza secca, ss) rispetto ad altre componenti (legno). Il gradiente termico che si registra man mano che ci si allontana dalla camera di combustione, comporta la trasformazione della SO_2 in solfati, la loro condensazione sui dispositivi di scambio termico e, soprattutto, sulle particelle volatili di cenere contenenti elementi alcalino-terrosi (Ca, Mg) che fungono da fissatori. Per quanto riguarda i **composti del cloro,** la composizione elementare dei biocombustibili presenta sempre una parte ridotta ma variabile di cloro (Cl); nel legno è pressoché nulla, mentre è più elevata (> 0,1 % della ss) in alcune biomasse erbacee e altre biomasse non di origine agroforestale. Durante il processo di combustione vengono rilasciati HCl, Cl_2 e cloruri (KCl, NaCl); il successivo raffreddamento dei fumi determina la loro condensazione sulle pareti del dispositivo termico e sulle particelle di cenere volatile con conseguenti problemi di corrosione su alcune componenti metalliche. La presenza iniziale di cloro nella biomassa può essere imputata alla contaminazione da composti chimici come: insetticidi, colle, additivi e vernici. La presenza iniziale di cloro oltre al rilascio di HCl in atmosfera tramite i fumi, influenza la formazione di diossine e furani, composti organici a spiccata azione cancerogena. La rimanente parte delle emissioni gassose in atmosfera riguarda le **polveri,** derivanti da alcune componenti della biomassa che si volatilizzano (K, Na, S, Cl, Zn, Pb, Cd, e, in parte minore da elementi refrattari come Ca, Mg e Si), dipendenti quindi dalla composizione chimica del biocombustibile. Le polveri con un diametro maggiore di 5 μm precipitano di norma nei dispositivi a ciclone posti immediatamente dopo l'uscita dalla caldaia, mentre le più minute (< 1 μm) richiedono la presenza di sistemi più sofisticati e costosi di filtraggio (vedi paragrafo 3.8.2 sulle tecnologie di filtraggio fumi).

3.8.1 Emissioni solide

Contrariamente a quanto avviene per i combustibili liquidi, la combustione delle biomasse si caratterizza per la produzione di ceneri. Le ceneri, costituite da composti alcalini, metalli pesanti e altri elementi, con percentuali diverse a seconda della tipologia di biomassa usata, costituiscono una voce importante, sia per quantità (tabella 3.2) che qualità, negli aspetti gestionali dell'impianto che li produce, sia in termini operativi (problemi di conduzione), sia economici (costi di recupero e smaltimento). Relativamente ai problemi di conduzione, l'aspetto più importante riguarda i fenomeni di fusione delle ceneri a seguito di temperature elevate, in corrispondenza della camera di

combustione, dove può depositarsi e formare delle ostruzioni e quindi compromettere l'efficienza della caldaia.

Combustibile legnoso	Contenuto di ceneri in peso sulla sostanza secca (%)
Legna da ardere in tronchetti	1,2
Cippato da albero (fusto, rami, aghi..): pino	0,6
Cippato da albero (fusto, rami, aghi..): misto	0,5
Cippato da betulla	0,4 – 0,6
Cippato da residui forestali	1,3
Cippato da ceppi di albero	0,5
Segatura con corteccia	1,1
Segatura di pino senza corteccia	0,08
Trucioli da pialla	0,4
Corteccia di pino	1,7
Corteccia di abete	2,3 – 2,8
Corteccia di betulla	1,6

Tabella 3.2 - Contenuto di ceneri per tipo di biocombustibile legnoso – Finlandia (Vesterinen P. 2003).

L'agglomerazione delle ceneri risulta più marcata quando il biocombustibile presenta elevate concentrazioni di K (elemento bassofondente[17]) insieme a basse concentrazioni di Ca e Mg (elementi marcatamente altofondenti). La combustione di potature (rami, steli e foglie) è di norma associato a forti criticità in termini sia di quantità, sia di fusibilità delle ceneri. Le ceneri vengono classificate generalmente a seconda della loro massa volumetrica[18] e alla loro conseguente capacità di accumularsi sul fondo della camera di combustione o di allontanarsi dalla stessa sfruttando il flusso dei fumi di combustione. Si distinguono quindi in ceneri pesanti (bottom ash), con una massa volumetrica di circa 1,3 t/m^3, e ceneri leggere (fly ash) con massa volumetrica compresa tra 0,8 – 0,9 t/m^3. Le bottom ash hanno l'aspetto di una sabbia granulosa, contenente cenere, sabbia e terra derivanti dalle impurità del combustibile (cortecce, legno sporco, ecc…) e tramite dei cassoni scaricabili possono essere trasportate fino al luogo di smaltimento. Generalmente il contenuto di queste ceneri sono i macro nutrienti per le piante (CaO, MgO, K_2O, P_2O_5, Na_2O).

3.8.2 Tecnologie per il controllo emissioni

I gas di combustione prima di essere rilasciati in atmosfera subiscono dei pretrattamenti per la riduzione degli inquinanti e rientrare così nei limiti imposti dalla normativa nazionale. Le principali tecnologie usate in impianti che bruciano biomassa legnosa per l'abbattimento dei singoli inquinanti sono per:

- **riduzione NO_x**, esistono due tecnologie: Riduzione Catalitica Selettiva (SCR) e la Riduzione Non Catalitica Selettiva (SNCR); nella prima un agente chimico riducente allo stato liquido o gassoso (generalmente ammoniaca o urea) viene aggiunto ai gas di scarico in presenza

[17] Sono degli elementi chimici che fondono a temperature basse (esempio alcune leghe metalliche fondono a meno di 150 °C).
[18] Riferita al peso dell'unità di volume del materiale in accumulo.

di catalizzatore che riduce le temperature a cui avviene la reazione (fra i 265 e i 425 °C). Il riducente reagisce con gli NO_x all'interno del gas di scarico formando H_2O (vapore acqueo) e N_2 (gas azoto), nella seconda tecnologia il processo è simile ma avviene senza catalizzatore;

- **riduzione di HCl e SO_x**, avviene attraverso la miscelazione dei gas esausti con calcare o per assorbimento a secco con idrossido di calcio ($Ca(OH)_2$);
- **abbattimento particolato,** negli impianti di potenza superiore al MW si possono utilizzare dei filtri elettrostatici o filtri a maniche combinati con cicloni e multicicloni.

I **filtri elettrostatici** (fig. 3.29), sono dei sistemi di depurazione che permettono la separazione del flusso di gas esausti in ingresso dalle particelle inquinanti. Le particelle possono essere sia solide che liquide. Il sistema, attraverso una differenza di potenziale indotta tra degli elettrodi di emissione e di raccolta, realizza la separazione delle particelle contaminanti dal gas vettore che viene fatto fluire tra gli elettrodi. In uscita si ha quindi un flusso d'aria privo di contaminanti.

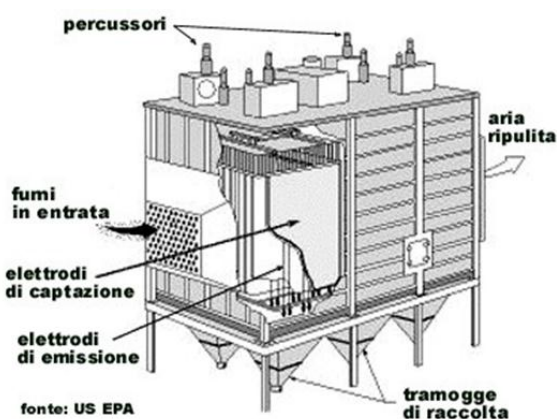



Figura 3.29 - Schema di elettrofiltro (ARPA).

I **filtri a maniche** (fig. 3.30), sono composti da lunghe serie di cilindri di tessuto naturale o sintetico avente forma di ***"maniche"***, contenute in un blocco di metallo denominato ***"bag house"***. Il principio di funzionamento si basa sull'attraversamento da parte dei gas di un materiale poroso (la manica) e sull'impossibilità del particolato di passare attraverso i pori del tessuto. Il diametro delle maniche varia tra **10-30cm**, mentre la loro lunghezza tipica è di circa **10-12m**. La pulizia dei filtri a manica può avvenire mediante scuotimento meccanico, mediante getti di aria impulsivi, oppure mediante inversione del flusso di aria.

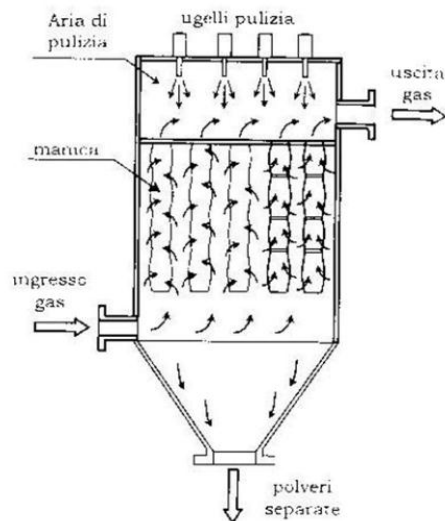



Figura 3.30 - Schema filtro a maniche (ARPA).

I **cicloni** (fig. 3.31), sono usati quando è necessario separare delle particelle con un diametro superiore a 5 μm e grazie alla loro semplicità e facilità nella manutenzione sono ampiamente usati, ma solo su impianti di piccola taglia dato il ridotto flusso di gas che sono in grado di trattare. L'aria carica di polvere entra in modo tangenziale dalla parte superiore cilindrica. La corrente d'aria segue una traiettoria a spirale che prima va verso il fondo del tronco di cono per poi risalire lungo il centro dello stesso, la polvere soggetta alla forza di gravità precipita verso il basso. L'aria, una volta depurata, esce dal ciclone dalla parte superiore, invece le particelle separate vengono scaricate dal fondo del ciclone. Il rendimento di un ciclone dipende dal diametro dello stesso e dalle dimensioni delle particelle da separare.

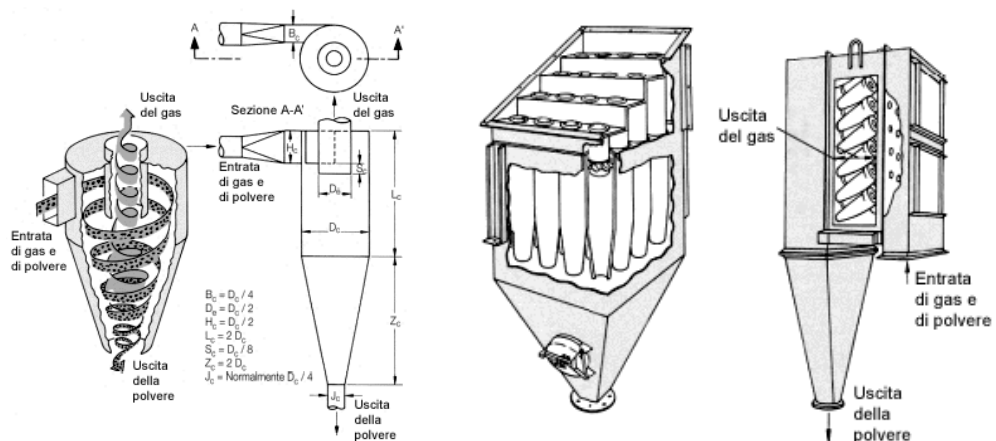



Figura 3.31 e 3.32 - Schema ciclone (sinistra) e schema multiciclone (destra) (ARPA).

Qualora le portate dei gas di scarico dalla camera di combustione, siano tali da non essere trattabili dal singolo ciclone, date le dimensioni, si utilizza un sistema di cicloni messi in parallelo a formare un unico sistema, chiamato **multiciclone** (fig. 3.32), con rendimenti e

potere di separazione identici al singolo ciclone ma in grado di trattare portate molto più grandi.

3.8.3 Valori limite alle emissioni in atmosfera nella normativa italiana

Tutti gli impianti termici civili alimentati a biomasse, rientranti nell'Allegato X del DLgs. 152/2006, devono rispettare i valori limite di emissione riportati nella tabella 3.3, riferiti ad un'ora di funzionamento dell'impianto nelle condizioni di esercizio più gravose, esclusi i periodi di avviamento, arresto e guasti. Il tenore di ossigeno di riferimento è pari all'11% in volume nell'effluente gassoso anidro (flusso di emissione). I valori limite sono riferiti al volume di effluente gassoso secco rapportato alle condizioni normali. I Valori elencati sono validi per gli impianti nuovi e/o anteriori al 2006, autorizzati a partire dal 12 marzo 2002.

Potenza termica nominale installata (MW)	[1]>0,15 ÷ ≤3	>3 ÷ ≤6	>6 ÷ ≤20	>20
polveri totali	100 mg/Nm³	30 mg/Nm³	30 mg/Nm³	30 mg/Nm³
carbonio organico totale (COT)	-	-	30 mg/Nm³	20 mg/Nm³ 10 mg/Nm³ [2]
monossido di carbonio (CO)	350 mg/Nm³	300 mg/Nm³	250 mg/Nm³ 150 mg/Nm³ [2]	200 mg/Nm³ 150 mg/Nm³ [2]
ossidi di azoto (espressi come NO_2)	500 mg/Nm³	500 mg/Nm³	400 mg/Nm³ 300 mg/Nm³ [2]	400 mg/Nm³ 200 mg/Nm³ [2]
ossidi di zolfo (espressi come SO2)	200 mg/Nm³	200 mg/Nm³	200 mg/Nm³	200 mg/Nm³

[1] Agli impianti di potenza termica nominale pari o superiore a 0.035 MW e non superiore a 0,15 MW si applica un valore di emissione per le polveri totali di 200 mg/Nm³. [2] Valori medi giornalieri.

Tabella 3.3 Valori limite delle emissioni di impianti termici civili alimentati a biomassa Fonte: DLgs 152/2006 e s.m.i. – Parte V, allegato I.

Capitolo 4
La normativa.

Le politiche volte allo sviluppo della filiera delle biomasse legnose sono andate negli ultimi anni diversificandosi sia in termini di soggetti proponenti, sia per quanto riguarda le tipologie di sostegno (contributi, prezzi garantiti, assistenza tecnica, sgravi fiscali, accordi volontari, ecc.). Tale processo di diversificazione è dovuto al fatto che lo sviluppo della filiera delle biomasse viene incontro ad una serie abbastanza ampia di esigenze fra cui:

- la sostituzione di combustibili fossili con fonti rinnovabili, e quindi la riduzione della dipendenza dall'estero per quella che rappresenta, per l'Italia e per molti altri Paesi europei, la più pesante voce passiva del bilancio commerciale;
- il contenimento delle emissioni di gas di serra nell'atmosfera e la conseguente riduzione dei problemi del *climate change* (l'impiego di biomasse forestali a fini energetici determina un bilancio del carbonio quasi nullo, ma ha effetti sostitutivi del carbonio proveniente da fonti non rinnovabili);
- la diversificazione delle attività produttive in aree agricole, con lo sviluppo di coltivazioni non a fini alimentari; a sua volta tale processo di diversificazione, tramite la realizzazione di piantagioni, viene motivato da tre esigenze principali: la riduzione dei costi della tradizionale politica di sostegno di alcune coltivazioni eccedentarie, il miglioramento della qualità del paesaggio, lo sviluppo di forme di autoproduzione di fonti energetiche con positivi impatti sui redditi delle famiglie rurali;
- il recupero dei sottoprodotti delle lavorazioni industriali e dei contenitori in legno;
- il rafforzamento degli interessi ad una gestione attiva delle risorse forestali con la realizzazione di tagli di miglioramento e di rinnovazione di boschi altrimenti soggetti a processi di abbandono e degrado (incendi).

Per la temporanea presenza di queste linee di intervento, la comunità europea, lo stato e le regioni, intervengono a sostegno della filiera delle biomasse agroforestali, attraverso due principali strumenti di intervento: i **piani e i programmi**, normalmente volti a definire un quadro generico di impieghi tra le parti coinvolte e di misure di sostegno, non sempre con impatti diretti di finanziamento di attività di filiera; e le misure di **incentivazione**, alle attività boschive o a quelle connesse alla trasformazione energetica in impianti industriali o residenziali.

La politica di valorizzazione delle fonti di biomassa e più in generale delle risorse legnose intrapresa a livello comunitario, nazionale e regionale influenza con modalità diverse l'offerta di biomassa. I regolamenti, i piani e gli altri strumenti attraverso cui si estrinsecano le politiche comunitarie

incentivano, mediante specifiche misure, la realizzazione di interventi concreti nei settori interessati. Gli effetti della realizzazione di tali interventi sul settore delle biomasse possono essere diretti (comportando un aumento del prelievo reale) o indiretti, agendo con varie modalità sui diversi livelli in cui si struttura la produzione di biomassa.

La biomassa disponibile aumenta nel momento in cui aumentano le superfici destinate alle produzioni legnose, anche imboschite con finalità diverse (arboricoltura da legno, rimboschimenti,

fasce tampone arbustive e/o arboree, frutteti, ecc.). Le operazioni colturali (potature, diradamenti, ceduazioni, ecc.) prelevano una biomassa legnosa che può essere utilizzabile anche a fini energetici. Ad incrementare la biomassa disponibile concorrono anche le misure che permettono di utilizzare fonti al momento non utilizzate ed in particolare le superfici forestali abbandonate.

4.1 Politiche forestali ed energetiche: strumenti e strategie nell'UE

La politica forestale comunitaria è di esclusiva competenza degli Stati membri anche se l'Unione europea contribuisce a una sua attuazione sulla base del principio della sussidiarietà e sul concetto di condivisione delle responsabilità. Fin dall'istituzione della Comunità Economica Europea (CEE) le tematiche forestali sono state solitamente incluse, senza un quadro strategico e chiari obiettivi di settore, nell'ambito di programmazioni esterne al campo forestale.

Tuttavia dal 1980 in poi, l'Unione europea ha approvato e reso operativi atti di indirizzo e programmi di azione che riguardano direttamente ed esclusivamente il settore forestale.

Il primo è il Programma d'Azione Forestale comunitaria (PAF 1989-1992) del 1988, che si articola in cinque azioni prioritarie[19] che troveranno, in parte, attuazione solo nella PAC[20] degli anni successivi.

Dagli anni novanta in poi, la materia forestale si evolve, da supporto e corollario della PAC a strumento trasversale nelle politiche comunitarie, con una visione orientata, oltre che alla produzione di materie prime rinnovabili, alla multifunzionalità, alla diversificazione dei redditi, alla tutela dell'ambiente, delle risorse naturali e del paesaggio. Successivamente con la Dichiarazione di Cork del 1996 "Per un'Europa rurale viva", insieme agli articoli 2 e 6 del Trattato di Amsterdam del 1997, le risorse forestali vengono riconosciute, nell'ambito dello sviluppo sostenibile, attribuendo una chiara responsabilità all'Unione nel controllo degli impatti dello sviluppo economico su ogni componente ambientale. Con la comunicazione della Commissione al Consiglio e al Parlamento europeo del 3 novembre 1998, venne definita la prima vera strategia forestale dell'Unione europea, che rappresenta un quadro di riferimento e indirizzo comunitario per le azioni e gli interventi forestali portati avanti, a vario titolo, fino ad allora dall'Unione europea e dai suoi Paesi membri. Esso promuove il ruolo multifunzionale delle foreste, impegnandosi nell'attuazione del concetto di

[19] Imboschimento delle superfici agricole; sviluppo e utilizzazione ottimale delle foreste nelle zone rurali; sostegno al prodotto sughero; protezione delle foreste dall'inquinamento e dagli incendi; misure di accompagnamento (consultazione, in-formazione, comunicazione).
[20] Politica Agricola Comune.

Gestione Forestale Sostenibile e nell'assunzione degli impegni internazionali sui temi ambientali e climatici, riconoscendo il ruolo degli Stati membri nella formulazione e attuazione delle proprie politiche forestali. Strumento attuativo della Strategia è il Piano d'Azione forestale UE14 del 2006 (Forest ActionPlan, FAP), che concretizzava la programmazione dello sviluppo rurale nel periodo 2007-2013 avviato dal consiglio dell'Unione europea, e conclusosi nel 2011.

Nel contesto energetico, la direttiva 2001/77/CEE, che fa seguito alla pubblicazione del Libro Bianco sulle energie rinnovabili (1997), definisce un primo obiettivo generale del 12% dei consumi energetici coperti da fonti rinnovabili nel 2010 (a fronte di un livello di produzione di rinnovabili che nel 1997 era pari al 5,4%, promuovendo la produzione e l'uso delle biomasse di fonte agricola e forestale, riconoscendo un ruolo fondamentale alle foreste. Successivamente, con nuovi atti normativi[21] adottati dall'UE, vengono proposti impegni ulteriori per promuovere l'impiego delle biomasse forestali, fino ad arrivare, nel dicembre 2008, all'approvazione da parte del Parlamento europeo del pacchetto Clima Energia o pacchetto "20-20-20". Con la direttiva 2009/28/CE "Promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili", recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE, vengono definite tre obiettivi al 2020 prioritari per la sostenibilità energetica:

- l'abbattimento del 20% delle emissioni di gas serra;
- la copertura attraverso le fonti rinnovabili del 20% dei consumi energetici;
- la riduzione del 20 % dei consumi energetici previsti per il 2020.

Per l'Italia viene fissata una quota complessiva di energia da fonti rinnovabili sul consumo finale lordo di energia, da conseguire nel 2020, pari al 17 %.

Per raggiungere questi obiettivi, stabiliti a livello comunitario, l'Italia si impegna attraverso l'emanazione di una serie di documenti, che contengono misure e programmi finalizzati a costruire una strategia nazionale concreta per la promozione dell'efficienza energetica, dei servizi energetici, e per la produzione di energia da fonti rinnovabili.

4.2 Le politiche nazionali per il settore forestale e la filiera energia

Le leggi per la regolamentazione forestale in Italia sono ancora quelle degli inizi del secolo scorso: la "legge Serpieri" - R.D.L. n. 3267/1923 con il titolo: "*Riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e di terreni montani*", che introduce il "vincolo idrogeologico" e si pone come obiettivo il raggiungimento della stabilità dei suoli e della regimazione delle acque, e il R.D. n. 1126 del 16 maggio 1926 che norma il diritto di proprietà sui terreni forestali, introducendo vincoli e limitazioni. Con la legge Galasso n. 431 del 1985, (poi rivista ed inclusa nel Testo Unico Ambientale), recante disposizioni urgenti per la tutela delle zone di particolare interesse ambientale, venne

[21] Comunicazione sullo stato delle energie rinnovabili nell' UE del 2004 [COM (2004) 366], Piano d'azione per le biomasse del 2005 [COM(2005) 628].

istituito il vincolo paesaggistico e con esso i boschi vennero inseriti tra le bellezze naturali da tutelare. Il successivo D.Lgs n. 42 del 22 gennaio 2004 prevede di sottoporre ad autorizzazione gli interventi che possono modificare in modo permanente l'aspetto esteriore dei boschi. Negli ultimi decenni, le politiche per il settore forestale, sia a livello nazionale sia al più ampio livello comunitario e internazionale, sono state oggetto di revisione del contesto giuridico e normativo, attraverso il riconoscimento del ruolo multifunzionale del bosco: dalla tutela dell'ambiente, alla protezione del territorio e la salvaguardia del paesaggio. Il primo vero documento programmatico e normativo rilevante per il settore forestale è la Legge pluriennale di spesa per il settore agricolo (legge n. 752 del 1986), che ha permesso la redazione del primo schema di Piano Forestale Nazionale, in cui il bosco viene inteso come risorsa naturale rinnovabile in grado di svolgere ulteriori funzioni oltre la produzione legnosa. Per quanto riguarda compiti e ruoli istituzionali il confine fra competenze forestali ed ambientali non è sempre stato chiaramente definito. Tale situazione continua anche dopo la modifica del Titolo V della Costituzione (legge di modifica Costituzionale n. 3 del 18 ottobre 2001) che mantiene in capo allo Stato la rappresentanza internazionale e la tutela dell'ambiente, assegnando alle Regioni in maniera esclusiva le competenze in materia di gestione forestale. Inoltre la legge 353 del 2000, "Legge-quadro in materia di incendi boschivi", attribuisce alle Regioni la competenza primaria di prevenzione e lotta agli incendi, insieme alla responsabilità per la redazione ed attuazione dei Piani Antincendio Boschivi, e definisce il ruolo di concorso del Corpo Forestale dello Stato nell'espletamento delle relative attività.

Il D.Lgs n. 227 del 18 maggio 2001, introduce un collegamento tra la normativa del settore con quella paesistico-ambientale, riconoscendo la fondamentale necessità di legare la politica forestale al concetto internazionalmente riconosciuto di "gestione forestale sostenibile e anche l'importanza della selvicoltura nella conservazione delle risorse forestali e introducendo principi per disciplinare l'attività selvicolturale e per la definizione giuridica del bosco. Sulla base di quanto previsto dall'art. 3 sono state approntate le "Linee Guida in materia forestale" a supporto di Regioni e Province Autonome, al fine del raggiungimento di alcuni obiettivi (Tutela dell'ambiente; Rafforzamento della competitività della filiera foresta-legno; Miglioramento delle condizioni socio economiche degli addetti; Rafforzamento della ricerca scientifica), tramite la redazione e/o revisione dei Piani e programmi forestali e con la realizzazione di strumenti di coordinamento informatico e di raccolta dati fra Stato e Regioni. In tale contesto si inserisce il comma 1082 della Legge finanziaria 2007 per la definizione di un Programma quadro strategico per il settore forestale. La Conferenza permanente per i rapporti tra lo Stato, le Regioni e le Province autonome ha sancito (seduta del 18 dicembre 2008, Repertorio Atti n.: 265/CSR del 18/12/2008), l'accordo sul Programma Quadro per il Settore Forestale (PQSF). Il Programma si propone di attuare gli impegni internazionali e di costituire un quadro di riferimento strategico, d'indirizzo e di coordinamento per il settore favorendo ogni possibile sinergia tra e con le Amministrazioni al fine di migliorare l'efficacia e l'efficienza della spesa

per il settore nel medio e lungo termine, riconoscendo alle foreste un ruolo di primo piano nello sviluppo socio-economico locale e nella tutela del territorio. Il PQSF ha il seguente obiettivo generale:

"Incentivare la gestione forestale sostenibile al fine di tutelare il territorio, contenere il cambiamento climatico, attivando e rafforzando la filiera forestale dalla sua base produttiva e garantendo, nel lungo termine, la multifunzionalità delle risorse forestali."

4.3 Piani e strategie nazionali/ regionali per lo sviluppo dell'efficienza energetica e delle fonti rinnovabili

La direttiva 2009/28/CE, è stata recepita a livello nazionale dal D.Lgs 28 Marzo 2011 e a livello regionale dal D.Lgs 15 Marzo 2012 («Burden Sharing»). A livello nazionale, il decreto legislativo definisce gli strumenti, i meccanismi, gli incentivi e quadro istituzionale, finanziario e giuridico, necessari per il raggiungimento degli obiettivi fino al 2020 in materia di energia da fonti rinnovabili, invece a livello regionale, il Decreto Burden Sharing assegna ad ogni regione e Provincia autonoma degli obiettivi in termini di sviluppo delle rinnovabili e stabilizzazione dei consumi energetici, seguendo le basi stabilite a livello nazionale, però senza tener conto delle importazioni di energia elettrica rinnovabile e del consumo di biocarburanti nei trasporti. Ai fini del Decreto, l'obiettivo regionale è pari quindi al rapporto tra Consumi finali lordi da fonti rinnovabili e i Consumi finali lordi totali calcolati come segue:

1) i Consumi finali lordi da fonti rinnovabili comprendono:
   a) l' energia elettrica lorda da fonte rinnovabile prodotta da impianti ubicati nella Regione;
   b) biometano e biogas prodotto tramite impianti di produzione ubicati nella Regione o Provincia autonoma, immesso in reti di distribuzione private e impiegato per usi termici o di trasporto;
   c) l' energia termica da fonte rinnovabile per riscaldamento/raffreddamento, prodotta e distribuita, anche mediante teleriscaldamento, da impianti di conversione ubicati nella Regione o Provincia autonoma, ad esclusione di quelli alimenti con biometano o biogas prelevato da reti di cui al punto b;
   d) biometano prodotto tramite impianti di produzione ubicati nella Regione o Provincia autonoma e immesso nella rete di distribuzione del gas naturale;
2) i Consumi finali lordi totali comprendono:
   a) consumi elettrici, compresi i consumi degli ausiliari di centrale, le perdite di rete e i consumi elettrici per trasporto;
   b) consumi di energia per riscaldamento e raffreddamento in tutti i settori, con esclusione del contributo dell'energia elettrica per usi termici;
   c) consumi per tutte le forme di trasporto, ad eccezione del trasporto elettrico e della navigazione internazionale.

I principali documenti pianificatori e programmatori nazionali, per il raggiungimento degli obiettivi fissati per l'Italia entro il 2020, sono principalmente:

- il Piano d'Azione Nazionale per le energie rinnovabili (PAN);
- la nuova Strategia Energetica Nazionale (SEN);
- il Piano d'Azione per l'Efficienza Energetica (PAEE);
- il Piano di Azione per l'Energia Sostenibile (PAES);
- il Piano energetico regionale e relativo Piano d'Azione per l'Energia in Lombardia.

4.3.1 Il Piano d'Azione Nazionale per le energie rinnovabili (PAN)

Il PAN venne pubblicato nel giugno del 2010, in recepimento della direttiva 2009/28/CE, esso costituisce un importante punto di partenza per individuare le azioni più adeguate per promuovere lo sviluppo delle fonti rinnovabili, in linea con gli obiettivi comunitari. Il PAN, oltre a fornire una sintesi della politica nazionale, su indicazioni della Direttiva, indica il consumo finale di energia previsto per il periodo 2010-2020, e il contributo totale di ogni tecnologia per le energie rinnovabili al conseguimento degli obiettivi vincolanti per il 2020, e la traiettoria indicativa provvisoria per le quote di energia da FER nei settori dell'elettricità, del riscaldamento e del raffreddamento e dei trasporti. Per quanto riguarda la promozione dell'uso di energia da FER, il PAN, nel settore delle biomasse, fornisce una valutazione della fornitura di biomassa disponibile a livello interno e la necessità di importarla, distinguendo la biomassa derivante: dalla silvicoltura, dall'agricoltura, dalla pesca e da rifiuti. Fornisce anche ulteriori indicazioni circa lo sfruttamento di nuove risorse della biomassa per usi diversi, tenendo conto della necessità di gestire le risorse della biomassa in maniera sostenibile. Il Piano propone, quindi, il ricorso a un ampio ventaglio di fonti energetiche, dando priorità a quelle rinnovabili, in un'ottica di decentralizzazione della produzione e sviluppo di piccole reti di utenza locale. Quest'ultimo aspetto risulta essere di notevole interesse per la filiera legno energia, soprattutto se si prende in considerazione l'elevata dispersione degli insediamenti abitativi e produttivi localizzati in aree rurali e montane del territorio italiano, il cui fabbisogno energetico potrebbe essere soddisfatto attraverso la valorizzazione della materia prima disponibile in loco.

Nel marzo del 2013 il MISE (Ministero dello Sviluppo Economico) ha approvato la nuova Strategia Energetica Nazionale (SEN) che intende rafforzare gli obiettivi di riduzione dei consumi prefissati dal PAN (fig. 4.1).

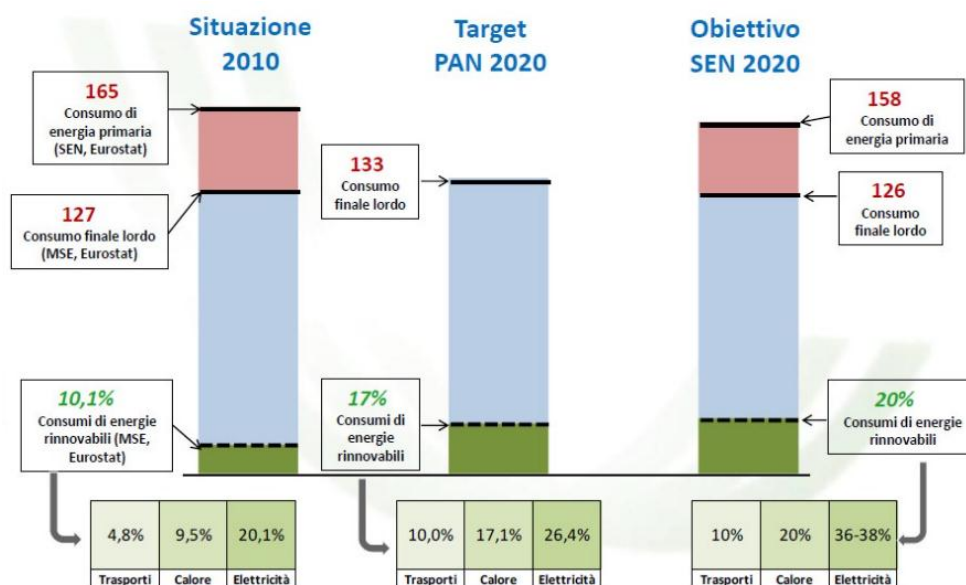



Figura 4.1- Confronto tra gli obiettivi del PAN (2010) e il SEN (2013), valori in Mtep (fonte MISE).

4.3.2 La nuova Strategia Energetica Nazionale (SEN)

Il MISE con il decreto dell' 8 marzo 2013, approva un documento dal titolo: "Strategia Energetica Nazionale: per un'energia più competitiva e sostenibile", il quale definisce quattro obiettivi fondamentali per delineare la direzione di sviluppo del settore energetico italiano, le principali scelte strategiche e le priorità, in modo da orientare le decisioni e le scelte per i prossimi anni.

Tali obiettivi sono descritti brevemente in 4 punti:

1. **ridurre significativamente il gap di costo dell'energia** per i consumatori e le imprese, allineando prezzi e costi dell'energia a quelli europei al 2020. Questo obiettivo risulta di gran lunga quello più importante e per la quale sono necessari i maggiori sforzi, data l'attuale situazione che vede il nostro Paese molto in svantaggio a causa della natura strutturale del nostro divario di costo. Per raggiungere questo obiettivo sarà infatti essenziale l'allineamento dei prezzi del gas (elemento critico anche per la riduzione dei prezzi dell'energia elettrica), e in parallelo il contenimento delle diffuse inefficienze nel sistema che determinano prezzi più elevati. Ridurre costi e prezzi dell'energia vuol dire non solo restituire competitività alle imprese sui mercati internazionali e maggiore capacità di spesa ai cittadini, ma anche offrire una prospettiva di esportazione, o di riduzione delle importazioni, al nostro parco di generazione elettrica. In un orizzonte di più lungo periodo (2030-2050), in cui il Paese prevedibilmente sarà pienamente integrato con l'Europa in termini di costi e prezzi energetici, sarà prioritario assicurare che il percorso di decarbonizzazione venga realizzato in modo da non compromettere la competitività del sistema italiano ed europeo nei confronti delle principali economie mondiali;

2. **raggiungere e superare gli obiettivi ambientali e di decarbonizzazione** definiti dal Pacchetto europeo Clima-Energia 2020, ed assumere un ruolo guida nella definizione ed implementazione della "Road Map" 2050. Questo obbiettivo genererà benessere alle generazioni future, in termini ambientali ma anche di competitività industriale e di funzionamento complessivo della società, ciò dipenderà in larga parte dalle risposte che sapremo dare per prevenire e per adattare il sistema alle sfide imposte del cambiamento climatico;
3. **continuare a migliorare la nostra sicurezza ed indipendenza** di approvvigionamento, soprattutto nel settore del gas, ma anche in quello elettrico. Questo obiettivo si articola, da un lato nella riduzione dei livelli di importazione di combustibili fossili e di elettricità (così da ridurre complessivamente il livello di dipendenza e migliorare la nostra bilancia commerciale), dall'altro nella diversificazione delle fonti di approvvigionamento (essenziale per minimizzare i rischi, soprattutto nel settore del gas), e nell'ottimizzazione della flessibilità di fornitura per rispondere ai picchi di consumo e a riduzioni impreviste nelle importazioni (ad esempio attraverso gli stoccaggi gas).
4. **favorire la crescita** economica sostenibile attraverso lo sviluppo del settore energetico. La realizzazione della strategia energetica comporterà infatti importanti investimenti e innovazione tecnologica e rappresenterà quindi un'opportunità di crescita del settore energetico. Considerando anche le notevoli opportunità internazionali che si presenteranno e il nostro punto di partenza privilegiato in diverse aree in cui vantiamo tradizione e competenze, quello della crescita industriale del settore energia rappresenta un obiettivo in sé della strategia energetica, che si propone quindi di favorire le ricadute sulla filiera nazionale degli interventi in tutte le aree d'azione, principalmente i tutti i segmenti dell'economia "verde".

Il SEN, inoltre presenta una serie di misure di rafforzamento per gli obiettivi del 2020 tra cui: maggiore sviluppo delle rinnovabili elettriche (fino a 130-140 TWh), maggiore sostegno alle misure di riduzione dei consumi nel settore del riscaldamento, maggiore sviluppo delle biomasse termiche e riduzione dei consumi nei trasporti (anche tramite l'uso di auto elettriche).

Figura 4.2 - Obiettivi nazionali al 2020 (SEN): incidenza FER sui consumi finali lordi per settore (MISE).

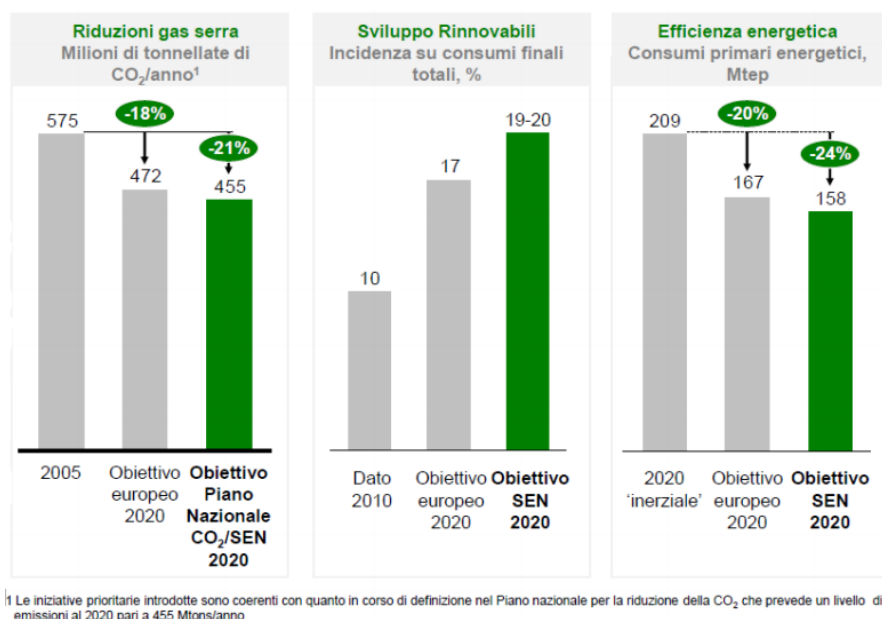



Figura 4.3 - Obiettivi SEN per il superamento degli impegni ambientali del 2020 (MISE).

4.3.3 Piano d'Azione per l'Efficienza Energetica (PAEE)

La direttiva 2006/32/CE evidenzia il ruolo dell'efficienza energetica come strumento imprescindibile di riduzione dei consumi nell'ambito dei Paesi membri, nel raggiungimento dell'obiettivo - 20 % al 2020, attraverso un uso efficiente delle risorse. Essa predispone e aggiorna periodicamente il Piano d'Azione per l'Efficienza Energetica. La Direttiva definisce l'obbiettivo indicativo nazionale di risparmio energetico negli usi finali, pari al 9 % o più (a discrezione degli Stati membri), da raggiungere entro il 2016. Per l'Italia, il PAEE 2007 prevedeva programmi e misure per il miglioramento dell'efficienza energetica e dei servizi energetici nei diversi settori economici (residenziale, terziario, industria e trasporti) per un obiettivo di risparmio energetico per l'anno 2016 di 126.327 GWh/anno pari al 9,6 % dei consumi nazionali. Con il PAEE 2011, si vuole portare avanti le azioni e le iniziative già previste nel 2007, infatti a parte qualche modifica rivolta all'ottimizzazione delle misure di efficienza energetica, dei relativi meccanismi di incentivazione e, in qualche caso, alla revisione della metodologia di calcolo, l'articolazione del PAEE 2011 è stata mantenuta inalterata rispetto a quella del 2007. Tali modifiche si riflettono in una modesta variazione del target finale che da 126.327 GWh/anno è passato a 126.540 GWh/anno.

Le misure di miglioramento dell'efficienza energetica incluse nel presente Piano d'Azione Nazionale per l'Efficienza Energetica considerano anche tecnologie basate sulle fonti rinnovabili in grado di ridurre il fabbisogno di energia primaria; per esempio, i meccanismi dei Certificati Bianchi e delle detrazioni fiscali del 55%, destinati ad interventi che adottano tecnologie energetiche efficienti per il risparmio energetico, permettono l'adozione di tecnologie rinnovabili per usi termici quali: collettori

solari per la produzione di acqua calda, pompe di calore ad alta efficienza ovvero impianti geotermici a bassa entalpia o alimentati da prodotti vegetali e rifiuti organici e inorganici ecc..

4.3.4 Il Piano d'Azione per l'Energia Sostenibile (PAES)

Attraverso questo piano, vengono perseguiti gli impegni volontari sottoscritti dalle autorità locali e regionali per la riduzione delle proprie emissioni di CO_2 entro il 2020, come definito dall'iniziativa dell'Unione europea "Il patto dei sindaci". Il PAES è uno strumento di pianificazione locale che rappresenta l'impegno di un Comune verso una strategia programmatica e operativa di risparmio energetico e di produzione di energia da fonti rinnovabili. In esso, quindi sono indicate le linee strategiche volte a migliorare l'efficienza energetica e a ridurre la dipendenza dai combustibili fossili attraverso l'utilizzo di energie rinnovabili. In particolare contiene le misure da attuare per lo sviluppo della produzione di energia termica ed elettrica attraverso impianti a biomassa, impianti a biogas, di cogenerazione.

4.3.5 Regione Lombardia: Piano Energetico Regionale (PER) e relativo piano d'azione (PAE)

A seguito del trasferimento a livello regionale o locale di determinati funzioni e compiti amministrativi (Decreto legislativo 112/1998 e legge 3/2001 "Modifiche al Titolo V della Costituzione"), le Regioni devono adottare il proprio "Piano Energetico Regionale", il quale rappresenta il principale strumento attraverso il quale le Regioni possono programmare gli interventi in campo energetico nel proprio territorio, indicando gli obiettivi strategici a lungo, medio e breve termine. La riforma contempla, infatti, l'energia quale materia di "legislazione concorrente" tra lo Stato, cui spetta la determinazione dei principi fondamentali, e la Regione, cui viene attribuito un nuovo potere legislativo.

Il PER lombardo, approvato in data 21 marzo 2003 con D.G.R. n. 12467, individua principalmente tre obiettivi chiave :

1. Adozione e attuazione del Piano energetico regionale, aumentando l'utilizzo delle fonti rinnovabili;
2. Sostegno alla ricerca per l'innovazione tecnologica tesa a migliorare l'efficienza energetica;
3. Sostegno agli enti locali per l'adozione di interventi finalizzati alla diffusione di veicoli a basso impatto ambientale e al contenimento dei consumi energetici negli edifici.

La Regione Lombardia con questi obiettivi intende porre particolare attenzione allo sviluppo degli impianti per la produzione di energia da fonti rinnovabili, con l'obiettivo principale di raddoppiare il contributo di tali fonti nel sistema di offerta regionale, contribuendo alla riduzione delle emissioni

climalteranti (Protocollo di Kyoto), alla dipendenza del nostro sistema economico dall'andamento dei costi dei combustibili fossili e alla valorizzazione delle risorse locali, provenienti dal sistema industriale e da quello agricolo forestale, favorendo un maggior presidio del territorio nelle zone soggette a spopolamento. Il piano d'azione per l'energia (ultimo aggiornamento nel 2008) contiene nuovi indirizzi di politica energetica regionale collegati ad un insieme di misure e azioni da effettuare nel breve e medio periodo.

In tal senso le linee di intervento individuate nel PAE puntano a:

- ridurre il costo dell'energia per contenere le spese delle famiglie e per migliorare la competitività del sistema delle imprese;
- diminuire le emissioni che inquinano e alterano il clima, rispettando le particolarità del territorio e dell'ambiente entro il quale vengono previsti gli interventi, secondo le linee del protocollo di Kyoto;
- promuovere la crescita competitiva delle industrie legate all'innovazione tecnologica nel settore dell'energia;
- tutelare la salute dei cittadini e curare gli aspetti sociali legati alle politiche energetiche.

Il documento si concentra sulle misure da intraprendere per gestire l'energia in Lombardia, la razionalizzazione e risparmio energetico si traducono in sistemi di produzione e distribuzione energetica ad alta efficienza, ma anche in interventi negli usi finali per la riduzione dei consumi, inoltre, l'approvvigionamento energetico farà leva su fonti rinnovabili come l'idroelettrica, le biomasse, la solare termico, la solare fotovoltaica, la geotermia e l'eolica. In tal senso gli interventi previsti nel PAE puntano alla diffusione del teleriscaldamento, dei sistemi a pompe di calore, della produzione centralizzata di energia ad alta efficienza, della generazione distribuita e della micro-generazione.

4.4 Le foreste nelle politiche europee di sviluppo rurale

L'importanza economica delle risorse forestali dell'Unione europea e il riconoscimento del loro valore culturale, sociale e ambientale, contrasta con l'assenza di una politica forestale comunitaria analoga a quella che si è sviluppata in ambito agricolo.

Le foreste sono ampiamente considerate all'interno di altre politiche settoriali ma oggi trovano attuazione quasi esclusivamente nelle politiche agricole e nelle politiche di sviluppo rurale.

Con il regolamento CE n. 1698 del 20 settembre 2005 intitolato: "Sostegno allo sviluppo rurale da parte del Fondo Europeo Agricolo per lo sviluppo Rurale (FEASR)", il Consiglio dell'Unione europea ha avviato la programmazione sullo sviluppo rurale, definendone gli obiettivi prioritari, e prevedendo risorse per il periodo 2007-2013. Tale programmazione si è concretizzata con la presentazione, nel giugno del 2006, del Piano d'Azione dell'Ue per le Foreste (PAF). Questo piano

presenta quattro Obiettivi prioritari nazionali, articolati in 18 Azioni chiave e 53 Attività. Nell'obiettivo 1 sono compresi anche interventi finalizzati all'impiego della biomassa, concretizzati nell'azione chiave 4: "Promuovere l'utilizzo della biomassa forestale per la produzione di energia". Sulla base del Piano d'Azione per le foreste dell'Ue, l'Italia ha approvato il 18 dicembre 2008 il "Programma Quadro per il Settore Forestale " (PQSF), proposto dal Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali e dal Ministero dell'Ambiente. All'interno del PQSF vi è l'Azione chiave A.5: "Promuovere l'utilizzo della biomassa forestale per la produzione di energia", che le regioni attuano attraverso il Piano di Sviluppo Rurale (PSR) 2007-2013. L'azione chiave è suddivisa nelle seguenti misure :

- **Misura 121**: Ammodernamento delle aziende agricole, consente il finanziamento (di norma il 40 % dell'investimento) diretto per l'acquisto e/o realizzazione di impianti per la produzione di energia elettrica e calore da biomasse di potenza non superiore ad 1 MWe, a condizione che l'energia prodotta sia prevalentemente impiegata in azienda;
- **Misura 123**: Accrescimento del valore aggiunto dei prodotti agricoli e forestali, consente ai PSR la possibilità di concedere contributi per investimenti per la trasformazione di biomasse in energia, da parte di imprese agroindustriali o cooperative di agricoltori;
- **Misura 124**: Cooperazione per lo sviluppo di nuovi prodotti, processi e tecnologie nel settore agricolo e alimentare;
- **Misura 222**: Primo impianto di sistemi agroforestali su terreni agricoli;
- **Misura 311**: Diversificazione verso attività non agricole, prevede diverse tipologie di intervento finalizzate alla diversificazione delle attività in ambito rurale tra cui è compresa un'azione destinata ad interventi nelle aziende agricole finalizzati alla produzione di energia da fonti rinnovabili. Tale intervento è relativo alla realizzazione di impianti a biomasse di dimensione non superiore ad 1 MWe e non prevede il criterio della prevalenza dell'utilizzo in azienda dell'energia prodotta. Sono anche consentiti interventi relativi alla produzione di energia da altre fonti rinnovabili (eolica, fotovoltaica, idroelettrica, etc.);
- **Misura 312**: Sostegno alla creazione e allo sviluppo di microimprese;
- **Misura 321**: Servizi essenziali per l'economia e la popolazione rurale, i PSR possono concedere contributi per la realizzazione di infrastrutture nelle zone rurali nel settore agro-energetico (es. reti di distribuzione dell'energia).

Con il regolamento di sviluppo rurale COM(2011) n. 627/3 vengono individuati sei priorità su cui intervenire a livello Regionale lombardo[22]; per la competitività dell'agricoltura, la gestione sostenibile delle risorse naturali, l'azione per il clima e lo sviluppo equilibrato delle zone rurali; nel il periodo di programmazione 2014-2020.

[22] Documento strategico per lo sviluppo rurale 2014-2020- Regione Lombardia.

Le sei priorità individuate nel FEASR sono le seguenti:

1. Promuovere il trasferimento di conoscenze e l'innovazione nel settore agricolo e forestale e nelle zone rurali, con particolare riguardo ai seguenti aspetti:
   a. stimolare l'innovazione e la base di conoscenze nelle zone rurali;
   b. rinsaldare i nessi tra agricoltura e silvicoltura, da un lato, e ricerca e innovazione, dall'altro;
   c. incoraggiare l'apprendimento lungo tutto l'arco della vita e la formazione professionale nel settore agricolo e forestale.
2. Potenziare la competitività dell'agricoltura in tutte le sue forme e la redditività delle imprese agricole, con particolare riguardo ai seguenti aspetti:
   a. incoraggiare la ristrutturazione delle imprese agricole con problemi strutturali considerevoli, in particolare di quelle che detengono una quota di mercato esigua, delle imprese orientate al mercato in particolari settori e delle imprese che richiedono una diversificazione dell'attività.
   b. favorire il ricambio generazionale nel settore agricolo;
3. Promuovere l'organizzazione della filiera agroalimentare e la gestione dei rischi nel settore agricolo, con particolare riguardo ai seguenti aspetti:
   a. migliore integrazione dei produttori primari nella filiera agroalimentare attraverso i regimi di qualità, la promozione dei prodotti nei mercati locali, le filiere corte, le associazioni di produttori e le organizzazioni interprofessionali;
   b. sostegno alla gestione dei rischi aziendali.
4. Preservare, ripristinare e valorizzare gli ecosistemi dipendenti dall'agricoltura e dalle foreste, con particolare riguardo ai seguenti aspetti:
   a. salvaguardia e ripristino della biodiversità, tra l'altro nelle zone Natura 2000 e nelle zone agricole di alto pregio naturale, nonché dell'assetto paesaggistico dell'Europa;
   b. migliore gestione delle risorse idriche;
   c. migliore gestione del suolo;
5. incentivare l'uso efficiente delle risorse e il passaggio a un'economia a basse emissioni di carbonio e resiliente al clima nel settore agroalimentare e forestale, con particolare riguardo ai seguenti aspetti:
   a. rendere più efficiente l'uso dell'acqua nell'agricoltura; rendere più efficiente l'uso dell'energia nell'agricoltura e nell'industria alimentare;
   b. favorire l'approvvigionamento e l'utilizzo di fonti di energia rinnovabili, sottoprodotti, materiali di scarto, residui e altre materie grezze non alimentari ai fini della bioeconomia;
   c. ridurre le emissioni di metano e di protossido di azoto a carico dell'agricoltura;
   d. promuovere il sequestro del carbonio nel settore agricolo e forestale;
6. Adoperarsi per l'inclusione sociale, la riduzione della povertà e lo sviluppo economico nelle zone rurali, con particolare riguardo ai seguenti aspetti:

a. favorire la diversificazione, la creazione di nuove piccole imprese e l'occupazione;
b. stimolare lo sviluppo locale nelle zone rurali;
c. promuovere l'accessibilità, l'uso e la qualità delle tecnologie dell'informazione e della comunicazione (TIC) nelle zone rurali.

Fra queste sei priorità, se ne individuano due, che maggiormente interessato lo sviluppo di una filiera legno energia nelle aree rurali, la prima (punto 1): vuole individuare una serie di target promettenti per l'accrescimento della propensione all'innovazione e la professionalità nei settori interessati (agricolo, selvicolturale, pesca ecc..), attraverso l'uso di finanziamenti europei e nazionali per lo sviluppo di una serie di progetti atti ad migliorare l'aspetto gestionale, organizzativo e commerciale di questi settori strategici per le risorse future (alimenti ed energia), ancora oggi poco incisivi sull'economia Lombarda. La seconda riguarda il punto 5, con la quale si vuole promuovere l'aumento dell'efficienza energetica e la produzione e l'utilizzo dell'energia prodotta da fonti rinnovabili escludendo forme in competizione con l'uso del suolo e con le produzioni agricole alimentari. Si incentiveranno pratiche e impianti a basso consumo di energia presso le imprese, così come aumentare la quota di energia rinnovabile sfruttata nell'ambito dei processi produttivi, in particolare con biomasse agroforestali e derivanti da prodotti di scarto, con una forte valenza di sostenibilità ambientale che perseguano un risparmio energetico e lo sfruttamento di energie rinnovabili.

Inoltre Regione Lombardia promuoverà interventi che favoriscano il sequestro di CO_2 e la resilienza al cambiamento climatico. A questo proposito assicurerà una efficace, mirata e produttiva gestione dei boschi, sviluppando anche forme associate per garantire oltre alla stabilità dei versanti, alla pulizia e al mantenimento del paesaggio anche lo sfruttamento del legno per uso industriale e per la creazione di biomassa che potrà offrire occasioni di lavoro e di reddito (filiera bosco-legno-energia). Inoltre si avranno ricadute sinergiche alla fruizione dei boschi, da valorizzare per il loro rilievo ambientale e paesaggistico, con opportuni e mirati miglioramenti delle loro viabilità di accesso, promozione di nuove forme di turismo sostenibile.

4.5 Incentivazione uso biomasse agroforestali

Partendo dal presupposto che da 2,5 kg di legna si ottengono 1 kW elettrico e 4 kW termici, se non si impiega il calore di processo, la sola produzione di energia elettrica da biomasse agroforestali non è economicamente sostenibile se non attraverso il riconoscimento di incentivi pubblici. Invece per quanto riguardano gli impianti per la generazione di energia termica (impianti di teleriscaldamento), che generalmente utilizzano biomassa disponibile a scala locale, la redditività dell'investimento è spesso soddisfacente anche in assenza di un meccanismo di incentivazione specifico. Tuttavia gli ingenti investimenti iniziali combinati alla forte volatilità dei costi di approvvigionamento del combustibile risultano spesso dei veri e propri ostacoli per l'investitore. Il sistema di incentivazione italiano sulle FER incentiva la sola produzione di energia elettrica, escludendo la produzione termica,

nonostante essa risulti più efficiente in termini di consumo di risorse. Questa situazione ha causato lo spostamento delle biomasse legnose verso il mercato delle centrali elettriche, sottraendole alle centrali termiche. Secondo il parere dell'Autorità per l'Energia Elettrica e Gas (AEEG), nell'allegato A Delibera 182/2012/I/FER, i costi di sistema per la produzione di 1 TEP/annuo corrispondono a:

- Energia elettrica da FER 930 €
- Energia elettrica da fotovoltaico 3.500 €
- Energia Termica da FER 350 €
- Interventi di efficienza energetica 100 €

Da ciò possiamo capire che un kWh risparmiato o prodotto da FER termica è più conveniente rispetto a un kWh elettrico FER. A titolo d'esempio possiamo vedere nella figura sotto (fig. 4.4) l'attuale situazione italiana delle centrali elettriche ed termiche, alimentate a biomasse, e le rispettive efficienze.

Figura 4.4 – Confronto tra impianti a produzione esclusiva di energia elettrica e colore (FIPER).

Come mostra l'immagine, negli impianti termici, a parità di potenza, una tonnellata di biomassa solida sostituisce circa 270 m^3 di Gas Naturale, il 42 % in più rispetto alle centrali elettriche, una percentuale considerevole che non deve essere sottovalutata. Per gli impianti a cogenerazione, ad alto sfruttamento della componente termica, si possono ottenere fattori di sostituzione ancora più elevati (≈ 400 m^3 di Gas Naturale). F.I.P.E.R. (Federazione Italiana Produttori di Energia da fonti Rinnovabili), nel settembre del 2012, ha segnalato all'Autorità Garante della Concorrenza e del Mercato (l'Antitrust) le distorsioni create dalla incentivazione selettiva agli impianti alimentati da biomasse. L'Antitrust, ha confermato la mancanza di concorrenza e ha invitato il Governo ha rimodulare gli incentivi. In particolare, nel giugno 2013 con lettera inviata al Ministero dello Sviluppo Economico sottolineava: *"… la concorrenza tra gli impianti utilizzatori di biomassa per acquistare gli input necessari è distorta quando solo alcuni di essi accedono ad incentivi mentre altri no, in quanto gli impianti che accedono agli incentivi possono offrire ...prezzi di acquisto per l'acquisto dell'input*

biomassa artificialmente più alti di quelli offerti dagli impianti non incentivati, imponendo a questi ultimi di sostenere una spesa più elevata per il proprio approvvigionamento….. traducendosi in uno svantaggio nella concorrenza a valle o – soprattutto nel caso di impianti cogenerativi asserviti ad una rete di teleriscaldamento – in prezzi più elevati per i consumatori. Queste distorsioni appaiono peraltro potenzialmente in contraddizione con gli obiettivi di sviluppo delle rinnovabili termiche enunciati nella Strategia Energetica Nazionale."

Il riconoscimento dell'incentivo per la produzione di energia elettrica derivante dall'impiego di biomassa proveniente in filiera corta è una misura che risale alla legge 27 dicembre 2006, n.296, art. 1 comma 382 (aumentato il valore dei certificati verdi riconoscendo un coefficiente moltiplicativo di k=1,8), che ha comportato su territori, principalmente in zone montane, all'aumento del 20\30 % dei costi di approvvigionamento, determinando un conseguente aumento significativo delle bollette dei consumatori degli impianti di teleriscaldamento, creando quindi danno verso quest'ultimi. Bisogna anche notare che spesso i bilanci degli impianti che producono esclusivamente energia elettrica da biomasse legnose, al di sopra di 1 MW, chiudono in attivo grazie al ricavo derivante dall'incentivazione, altrimenti non possibile. A questo punto risulta lecito chiedersi cosa succederà quando gli incentivi termineranno ?

In generale, quindi, gli incentivi a cui possono usufruire gli impianti di produzione di energia da biomasse e efficienza energetica, nell'attuale panorama normativo possono essere elencati come segue:

- gli incentivi previsti dal Decreto del 6 luglio 2012;
- gli incentivi previsti dal Decreto del 28 dicembre 2012 ("Conto Termico");
- i titoli di Efficienza Energetica (TEE) o Certificati Bianchi;
- le agevolazioni fiscali per il risparmio energetico.

4.5.1 Gli incentivi previsti dal Decreto del 6 luglio 2012

Il Decreto del 6 luglio, emanato dal MISE, stabilisce le nuove modalità di incentivazione della produzione di energia elettrica prodotta da impianti alimentati da fonti rinnovabili diverse da quelle solare fotovoltaica. Il Decreto modifica il vecchio sistema di incentivazione, precedentemente regolato dal Decreto ministeriale del 18 dicembre 2008, relativo alla Tariffa onnicomprensiva e ai certificati verdi. Le nuove modalità di incentivazione si applicano agli impianti nuovi, integralmente ricostruiti, riattivati, oggetto di intervento di potenziamento o di rifacimento, aventi potenza non inferiore a 1 KW, e che entrano in esercizio dal 1° gennaio 2013. L'articolo 8, in particolare, detta disposizioni specifiche per gli impianti alimentati da biomassa, biogas e bioliquidi sostenibili.

Il Decreto prevede quattro diverse modalità di accesso agli incentivi, a seconda della fonte, della potenza dell'impianto e della categoria di intervento:

1. **accesso diretto**, nel caso di interventi di nuova costruzione, integrale ricostruzione, riattivazione o potenziamento con potenza non superiore ad un determinato limite (articolo 4, comma 3), per determinate tipologie di fonte o per specifiche casistiche;
2. **iscrizione a Registri**, in posizione tale da rientrare nei contingenti annui di potenza incentivabili, nel caso di interventi di nuova costruzione, integrale ricostruzione, riattivazione o potenziamento con potenza superiore a quella massima ammessa per l'accesso diretto agli incentivi e non superiore al valore di soglia oltre il quale è prevista la partecipazione a procedure di Aste competitive al ribasso;
3. **iscrizione a Registri per gli interventi di rifacimento**, in posizione tale da rientrare nei relativi contingenti annui di potenza incentivabile, nel caso di rifacimenti di impianti la cui potenza successiva all'intervento è superiore a quella massima ammessa per l'accesso diretto;
4. aggiudicazione degli incentivi partecipando a procedure competitive di **Aste al ribasso**, gestite dal GSE esclusivamente per via telematica, nel caso di interventi di nuova costruzione, integrale ricostruzione, riattivazione o potenziamento con potenza superiore a un determinato valore di soglia (10 MW per gli impianti idroelettrici, 20 MW per gli impianti geotermoelettrici e 5 MW per gli altri impianti a fonti rinnovabili). In caso di interventi di potenziamento, per determinare la modalità di accesso agli incentivi, la potenza da considerare corrisponde all'incremento di potenza a seguito dell'intervento.

Il provvedimento stabilisce, inoltre, che il costo indicativo cumulato di tutte le tipologie di incentivo riconosciute agli impianti a fonte rinnovabile diversi dai fotovoltaici, non può superare complessivamente il valore di 5,8 miliardi di euro annui. Inoltre, viene stabilito che gli incentivi siano riconosciuti sulla produzione di energia elettrica netta immessa in rete dall'impianto, quindi l'energia elettrica auto-consumata non ha diritto agli incentivi. Il Decreto prevede due distinti meccanismi incentivanti, individuati sulla base della potenza, della fonte rinnovabile e della tipologia dell'impianto:

1. una Tariffa omnicomprensiva (TO) per gli impianti di potenza fino a 1 MW. La Tariffa Onnicomprensiva costituisce il meccanismo di incentivazione, alternativo ai Certificati Verdi, riservato agli impianti qualificati IAFR (Impianto Alimentato da Fonti Rinnovabili) di potenza nominale media annua non superiore ad 1 MW, e che sono entrati in esercizio entro il 31 dicembre 2012. Questa tipologia di impianti può usufruire di un nuovo regime semplificato per l'energia elettrica prodotta ed immessa in rete che prevede un unico prezzo fisso incentivante, di entità variabile a seconda della fonte, per un periodo di 15 anni. La tariffa è detta "onnicomprensiva" in quanto il suo valore include una componente incentivante e una componente di valorizzazione dell'energia elettrica immessa in rete;

2. un incentivo per gli impianti di potenza superiore a 1 MW (e per quelli di potenza fino a 1 MW che non optano per la Tariffa omnicomprensiva) calcolato come differenza tra la tariffa incentivante base (a cui vanno sommati eventuali premi a cui ha diritto l'impianto), e il prezzo zonale orario dell'energia (riferito alla zona in cui è immessa in rete l'energia elettrica prodotta dall'impianto). L'energia prodotta dagli impianti che accedono all'incentivo resta nella disponibilità del produttore.

Inoltre il nuovo Decreto, con l'articolo 19, prevende anche la modalità con cui gli impianti (già in esercizio con il D.M. 18 dicembre 2008) passeranno a partire dal 2016 dal meccanismo dei Certificati Verdi[23] ai nuovi meccanismi di incentivazione.

	Potenza (kWe)	Vita utile (anni)	Tariffa base (€/MWh)	Incremento CHP (€/MWh)	Supplemento CAR per azoto (€/MWh)	Supplemento per azoto (€/MWh)	Tarrifa massima CAR (€/MWh)	Tarrifa massima senza CAR (€/MWh)
Tipologia 1	1<P≤300	20	180	40	30	20	250	200
	300<P≤600	20	160	40	30	20	230	180
	600<P≤1000	20	140	40	30		210	140
	1000<P≤5000	20	104	40	30		174	104
	P>5000	20	91	40	30		161	91
Tipologia 2	1<P≤300	20	236	10	30	20	276	256
	300<P≤600	20	206	10	30	20	246	226
	600<P≤1000	20	178	10	30		218	178
	1000<P≤5000	20	125	10	30		165	125
	P>5000	20	101	10	30		141	101
Tipologia 3	1<P≤1000	20	216	10	30	20	256	236
	1000<P≤5000	20	109	10	30		149	109
	P>5000	20	85	10	30		125	85

Figura 4.5 - Quadro riassuntivo della situazione prevista per l'incentivazione.

4.5.2 Gli incentivi del nuovo "Conto Termico"

All'interno del Decreto 28 dicembre 2012 (Decreto "Conto Termico") del MISE, troviamo gli incentivi per la produzione di energia termica da fonti rinnovabili e per gli interventi di efficienza energetica su piccoli impianti. Il decreto attua il regime di sostegno previsto dal precedente Decreto legislativo n. 28 del 3 marzo 2011 e introduce tra le tipologie di interventi incentivabili anche gli impianti alimentati a biomassa (articolo 4, comma 2, lettera b). Il GSE è il soggetto responsabile dell'attuazione e della gestione del meccanismo, inclusa l'erogazione degli incentivi ai soggetti beneficiari. I soggetti che possono beneficiare di questi incentivi sono: le pubbliche amministrazioni e i soggetti privati (intesi come persone fisiche, condomini e soggetti titolari di reddito di impresa o di reddito agrario). Il soggetto che ha sostenuto le spese per la realizzazione degli interventi e che

[23] Sono titoli negoziabili, rilasciati dal GSE in misura proporzionale all'energia prodotta e dal tipo di fonte, da un impianto qualificato IAFR (Impianto Alimentato da Fonti Rinnovabili), entrato in esercizio entro il 31 dicembre 2012.

perciò beneficerà dell'incentivo si definisce "Soggetto Responsabile". Esso può operare personalmente o attraverso un soggetto delegato alla presentazione della richiesta d'incentivo e alla gestione dei rapporti contrattuali con il GSE. Il nuovo Decreto differenzia gli incentivi sulla base della tipologia di intervento effettuato in funzione dell'energia producibile con gli impianti alimentati a fonti rinnovabili e/o in funzione dell'incremento dell'efficienza energetica dell'edificio. L'incentivo è sostanzialmente un contributo alle spese sostenute per la realizzazione dell'intervento ed è erogato in rate annuali per una durata variabile (fra 2 e 5 anni) in funzione degli interventi realizzati. Il Decreto stanzia fondi per una spesa annua cumulata massima di 200 milioni di euro per gli interventi realizzati o da realizzare dalle amministrazioni pubbliche, ed una spesa annua cumulata pari a 700 milioni di euro per gli interventi realizzati da parte dei soggetti privati. Le misure di incentivazione sono sottoposte ad aggiornamento periodico.

4.5.3 I Certificati Bianchi – Titoli di Efficienza Energetica (TEE)

I Titoli di Efficienza Energetica (TEE) rappresentano un meccanismo di incentivazione del risparmio energetico negli usi finali dell'energia. Il meccanismo non si rivolge direttamente a tutti i consumatori finali ma soltanto a specifici operatori e soggetti professionali.

I TEE, anche noti con il nome di Certificati Bianchi, si ottengono tramite verifica e certificazione da parte del GSE attraverso i risparmi energetici conseguiti da un determinato progetto. Il GME a seguito della certificazione dei risparmi energetici da parte del GSE, emette i TEE relativi al progetto e ne gestisce l'eventuale negoziazione tramite un mercato dedicato, il Mercato dei TEE.

Con l'approvazione del Decreto del 28 dicembre 2012 ("Determinazione degli obiettivi quantitativi nazionali di risparmio energetico che devono essere perseguiti dalle imprese di distribuzione dell'energia elettrica e il gas per gli anni dal 2013 al 2016 e per il potenziamento del meccanismo dei Certificati Bianchi ") da parte del MISE, vengono definiti nuovi obiettivi quantitativi nazionali di risparmio energetico (crescenti nel tempo) per le imprese di distribuzione di energia elettrica e gas per il periodo 2013-2016, inoltre vengono introdotte anche nuove categorie di soggetti ammessi ai meccanismi di certificazione. Il meccanismo dei Titoli di Efficienza Energetica si fonda sull'obbligo posto in capo alle aziende distributrici di gas e/o di energia elettrica con più di 50.000 clienti finali, di conseguire un obiettivo annuo prestabilito di risparmio energetico. Il risparmio energetico è misurato in Tep, che corrisponde all'energia sviluppata dalla combustione di una tonnellata di petrolio. Un TEE corrisponde al risparmio di 1 Tep. A seconda del tipo di energia primaria risparmiata (energia elettrica, gas, altri combustibili) le Linee guida contenute nella Delibera AEEG n° EEN 9/11 del 27 ottobre 2011 distinguono cinque tipologie di Titoli di Efficienza Energetica:

- Tipo I: attraverso azioni per la riduzione dei consumi di energia elettrica;
- Tipo II: attraverso azioni per la riduzione dei consumi di gas naturale;

- Tipo III: attraverso interventi di riduzione di altri combustibili solidi; liquidi e altri combustibili gassosi;
- Tipo IV: attraverso interventi di riduzione dei consumi di forme di energia primaria diverse dall'elettricità e dal gas naturale, realizzati nel settore dei trasporti;
- Tipo V: attraverso interventi di riduzione dei consumi di forme di energia diverse dall'elettricità e dal gas naturale, realizzati nel settore dei trasporti e valutati attraverso modalità diverse da quelle previste per i titoli di tipo IV.

4.5.4 Le agevolazioni fiscali per il risparmio energetico

Il recente Decreto Legge n° 63 del 4 giugno 2013, che contiene le disposizioni per il recepimento della Direttiva dell'Unione europea n° 2010/31/UE relativa alla prestazione energetica nell'edilizia, ha innalzato dal 55% al 65% la detrazione di imposta per le spese per gli interventi di riqualificazione energetica degli edifici, da ripartire in dieci rate annuali di pari importo, entro un limite massimo di detrazione che varia secondo gli interventi effettuati. Di conseguenza, rientrano nell'agevolazione fiscale anche le spese sostenute per l'installazione di un generatore di calore a biomassa o di uno scambiatore per allacciarsi ad una rete di teleriscaldamento. I beneficiari possono essere enti pubblici e privati, persone fisiche, società di persone, società di capitali, associazioni tra professionisti.

4.6 Le autorizzazioni

L'approvazione nel 2010 delle Linee Guida nazionali per l'autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili previste dall'art. 12 del D.lgs. 387/2003 e nel 2011 del Decreto Legislativo 28 di recepimento della Direttiva europea 2009/28 ha ridefinito l'intero quadro delle autorizzazioni per gli impianti a fonti rinnovabili in Italia. Il Decreto legislativo 3 marzo 2011, n. 28 (Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE), anche detto "Decreto rinnovabili", ha introdotto misure di semplificazione e razionalizzazione dei procedimenti amministrativi per la realizzazione degli impianti a fonti rinnovabili, sia per la produzione di energia elettrica che per la produzione di energia termica, inoltre prevede tre diversi iter procedurali per la realizzazione di impianti alimentati a fonti rinnovabili:

1. Comunicazione al Comune - è l'adempimento previsto per semplificare l'iter autorizzativo di alcune tipologie di piccoli impianti per la produzione di energia elettrica, calore e freddo da FER, assimilabili ad attività edilizia libera. La comunicazione di inizio lavori deve essere accompagnata da una dettagliata relazione a firma di un progettista abilitato. Non è necessario attendere 30 giorni prima di iniziare i lavori;

2. Autorizzazione Unica (AU): è il provvedimento introdotto dall'articolo 12 del D.lgs. 387/2003 per l'autorizzazione di impianti di produzione di energia elettrica alimentati da FER, al di sopra di prefissate soglie di potenza. L'AU, rilasciata al termine di un procedimento unico svolto nell'ambito della Conferenza dei Servizi alla quale partecipano tutte le amministrazioni interessate, costituisce titolo a costruire e a esercire l'impianto e, dove necessario, diventa variante allo strumento urbanistico. II Decreto rinnovabili riduce da 180 giorni a 90 giorni i tempi burocratici per la conclusione del procedimento unico. Questo dimezzamento dei tempi non si applica però ai progetti che richiedono la valutazione di impatto ambientale (D.lgs. 152/2006, art. 26) e la verifica di assoggettabilità (D.lgs. 152/2006, art. 20). La competenza per il rilascio dell'Autorizzazione Unica è delle Regioni o delle Province da esse delegate;
3. Procedura Abilitativa Semplificata (PAS): è la procedura introdotta in sostituzione della Denuncia di Inizio Attività (DIA). La PAS è utilizzabile per la realizzazione di impianti di produzione di energia elettrica alimentati da FER al di sotto di prefissate soglie di potenza (oltre le quali si ricorre all'Autorizzazione unica) e per alcune tipologie di impianti di produzione di caldo e freddo da FER. La PAS deve essere presentata al Comune almeno 30 giorni prima dell'inizio lavori, accompagnata da una dettagliata relazione, a firma di un progettista abilitato, e dagli opportuni elaborati progettuali, attestanti anche la compatibilità del progetto con gli strumenti urbanistici e i regolamenti edilizi vigenti, nonché il rispetto delle norme di sicurezza e di quelle igienico-sanitarie. Per la PAS vale il meccanismo del silenzio assenso: trascorso il termine di 30 giorni dalla presentazione della PAS senza riscontri o notifiche da parte del Comune è possibile iniziare i lavori.

Nel Decreto rinnovabili vengono inoltre chiarite le attività di edilizia libera che possono essere effettuate sulla base di una semplice comunicazione. Le regioni possono considerare attività edilizia libera la realizzazione di impianti alimentati da fonti rinnovabili con potenza nominale fino a 50 kW, così come gli impianti fotovoltaici di qualsivoglia potenza da realizzare sugli edifici (fatta salva l'applicazione della normativa ambientale).

4.7 Conclusioni

Concludendo, l'attuale quadro normativo italiano sui piani di incentivazione delle fonti rinnovabili, si presenta complesso e molto incerto nelle sue applicazioni nel tempo, a prova di ciò il governo Letta aveva già messo in discussione il SEN ancor prima dell'inizio del periodo 2014-2020, periodo di attuazione del piano. Ciò crea indecisioni tra gli investitori di questo settore, che dati i forti investimenti iniziali, sono in attesa di linee chiare per elaborare business plan sostenibili e avviare i progetti sul territorio.

Capitolo 5
Lo sfruttamento della risorsa legnosa per mitigare il rischio idrogeologico.

Fin dai tempi remoti, le popolazioni di montagna hanno constatato che il taglio indiscriminato dei boschi, gli incendi, il pascolo eccessivo o lo sradicamento di vaste superfici forestali, costituivano una delle cause principali di frane, valanghe ed erosioni, pertanto hanno appreso per esperienza diretta che l'utilizzo indiscriminato del bosco costituiva la causa principale del "dissesto idrogeologico".

Da quelle esperienze, l'uomo ha acquisito sensibilità e interesse collettivo verso il patrimonio forestale, visto che la sua salvaguardia è di fondamentale importanza per la sicurezza idrogeologica del territorio. Proprio per la tutela di questo bene collettivo nel 1923 venne emanato il Regio Decreto n° 3267, il cui Art. 1 esprime pienamente il concetto di "interesse pubblico del bosco"; tale articolo infatti cita: "*Sono sottoposti a vincolo per scopi idrogeologici i terreni di qualsiasi natura e destinazione che, per effetto di forme di utilizzazione contrastanti con le norme di polizia forestale, possono con danno pubblico subire denudazioni, perdere la stabilità o turbare il regime delle acque*".

Attraverso le varie modifiche costituzionali, le norme di polizia forestale hanno subito numerose trasformazioni, ed attualmente sono divenute le "Prescrizioni di Massima e di Polizia Forestale" emanate dalle Regioni. Queste norme regolamentano l'uso delle risorse forestali, e non si pongono soltanto con l'obiettivo di impedire totalmente il taglio dei boschi, ma dettano anche prescrizioni finalizzate alla corretta gestione del bene "bosco", promuovendo una maggiore cultura per la gestione moderna delle risorse forestali al fine di garantirne la resa economica, ma soprattutto per assicurare la continuità nel tempo di questo bene che è patrimonio di tutti, ma principalmente delle future generazioni. A tale proposito il D.L. n° 227/2001, che detta norme guida per lo "Orientamento e modernizzazione del settore forestale", riconosce le attività selvicolturali come fattore di sviluppo dell'economia nazionale, di miglioramento delle condizioni economiche e sociali delle zone montane, e si pone a sostegno di nuove opportunità imprenditoriali ed occupazionali anche in forma associata o cooperativa. Le corrette pratiche selvicolturali sono lo strumento fondamentale per la tutela attiva degli ecosistemi e dell'assetto idrogeologico e paesaggistico del territorio.

5.1 Il dissesto idrogeologico

Per "dissesto idrogeologico" la Commissione De Marchi (Commissione Interministeriale per lo Studio della Sistemazione Idraulica e la Difesa del Suolo, 1970-74) intendeva l'insieme di "quei processi che vanno dalle erosioni contenute e lente alle forme più consistenti della degradazione superficiale e sotto-superficiale dei versanti, fino alle forme imponenti e gravi delle frane". In seguito, la creazione

del Gruppo nazionale per la difesa dalle catastrofi idrogeologiche (GNDCI) istituito nel 1984 dal ministro per la Ricerca scientifica e tecnologica e la normativa in materia di difesa del suolo hanno "istituzionalizzato" il termine "dissesto idrogeologico", che viene definito come "qualsiasi disordine o situazione di squilibrio che l'acqua produce nel suolo e/o nel sottosuolo".

Con la legge-quadro sulla difesa del suolo n. 183 del 1989 e le sue modificazioni successive, la definizione di dissesto idrogeologico rimane inalterato, inoltre vengono definiti i fenomeni che rientrano attualmente nella definizione stessa: "fenomeni ricadenti nel dissesto idrogeologico sono l'erosione idrica diffusa e quella profonda (frane), l'arretramento dei litorali (o erosione costiera), le alluvioni, la subsidenza indotta dall'uomo e le valanghe". Il dissesto idrogeologico ha origine dall'azione dello scorrimento delle acque superficiali e sotterranee e si manifesta nelle forme più evidenti attraverso l'erosione torrentizia e le frane. Le cause del dissesto idrogeologico sono da ricercarsi nella fragilità del territorio, nella modificazione radicale degli equilibri idrogeologici lungo i corsi d'acqua e nella mancanza d'interventi manutentori da parte dell'uomo soprattutto nelle aree montane in abbandono dove non si esercitano più le tradizionali attività agricole e forestali.

Le realizzazioni di nuovi insediamenti, di opere di ingegneria civile ed infrastrutture di servizio possono far sorgere molteplici e differenziate problematiche di dissesto del territorio, in particolare in ambiti montani e/o dove non sempre è stato seguito un modello di sviluppo compatibile con le esigenze di difesa del suolo e di conseguenza le situazioni di degrado e di rischio potenziale sono diffuse. All'interno del rapporto redatto dall'UNESCO nel 1984 (Varnes & IAEG), troviamo che il rischio totale relativo al dissesto idrogeologico può essere espresso nel seguente modo:

$$R = E \times Rs = E \times (H \times V)$$

dove:

- R: rischio totale, cioè il numero aspettato di danni relativi ad un evento catastrofico in termini di vite umane, persone ferite, danni alle proprietà ed alle attività economiche;
- E: elementi a rischio, cioè la popolazione, le proprietà e le attività economiche potenzialmente in pericolo con riferimento a un dato fenomeno catastrofico;
- RS: rischio specifico, che rappresenta il grado atteso di perdite legato ad un particolare fenomeno, espresso dal prodotto di H per V;
- H: pericolosità naturale, cioè la probabilità che un dato evento possa verificarsi in una data area in un certo periodo;
- V: vulnerabilità, che rappresenta il grado di danno atteso nei confronti di un elemento o di un insieme di elementi, espresso con una scala da 0 (nessun danno) a 1 (distruzione totale).

5.1.1 Fenomeni franosi ed erosione idrica del suolo in Italia

L'Italia è un paese a elevato rischio idrogeologico, infatti le frane e le alluvioni sono le calamità naturali che si ripetono con maggior frequenza e causano, dopo i terremoti, il maggiore numero di vittime e di danni. Solo negli ultimi dieci anni sono stati spesi oltre 3,5 Miliardi di Euro con Ordinanze di Protezione Civile per far fronte a eventi idrogeologici. Complessivamente le aree ad alta criticità idrogeologica da frana e alluvione sul territorio italiano risultano pari a 29.517 km2 secondo quanto riportato nel documento Il rischio idrogeologico in Italia redatto dal MATTM nel 2008 utilizzando i dati contenuti nei Piani di Assetto Idrogeologico (PAI) predisposti dalle Autorità di Bacino. Le frane in Italia sono oltre 486.000 e coinvolgono un'area di circa 20.700 km^2, pari al 6,9% del territorio nazionale. Questi dati derivano dall'Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia (Progetto IFFI) realizzato dall'ISPRA e dalle Regioni e Province Autonome. La figura 5.1 mostra un quadro sulla distribuzione delle frane in Italia, estrapolato attraverso l'indice di franosità, che è pari al rapporto tra l'area in frana e la superficie totale, calcolato su maglia di 1 km di lato.

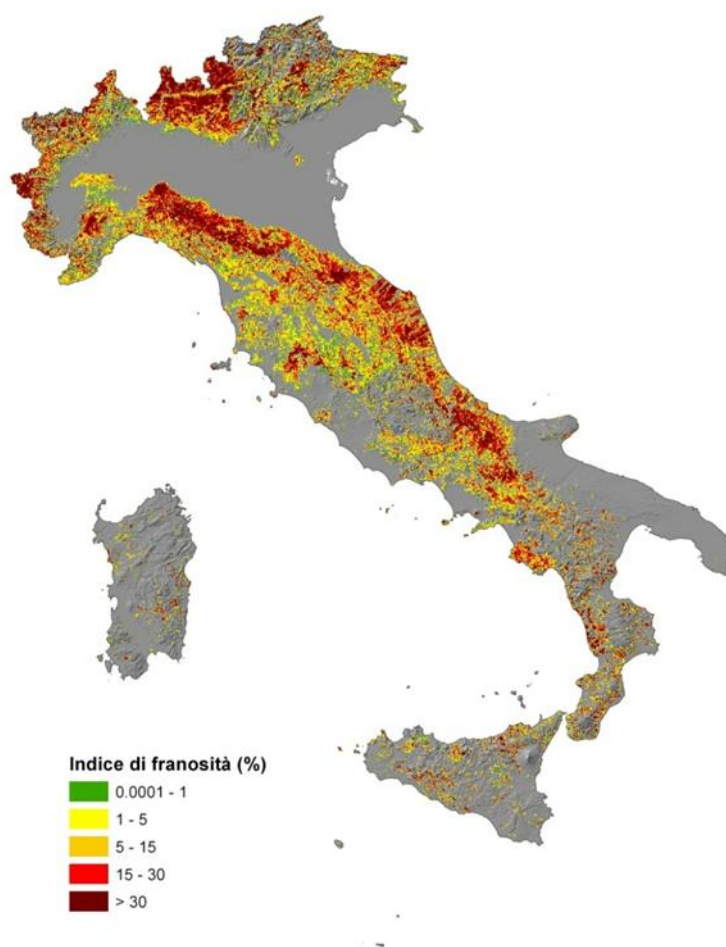



Figura 5.1 - Carta dell'indice di franosità (%, ISPRA).

Le tipologie di movimento più frequenti sul territorio nazionale sono gli scivolamenti rotazionali/traslativi (fig. 5.2) con circa il 32,5%, i colamenti lenti (fig. 5.3) con il 15,3%, i colamenti rapidi (fig. 5.4) con il 14,6% e i movimenti di tipo complesso (fig. 5.5), che derivano dalla combinazione nello spazio e nel tempo di 2 o più tipi di movimento, con l'11,3%.

Figura 5.2 e 5.3 - Foto tipologie di movimenti: scivolamento rotazionale/traslativo (foto sinistra), colamento lento (foto destra).

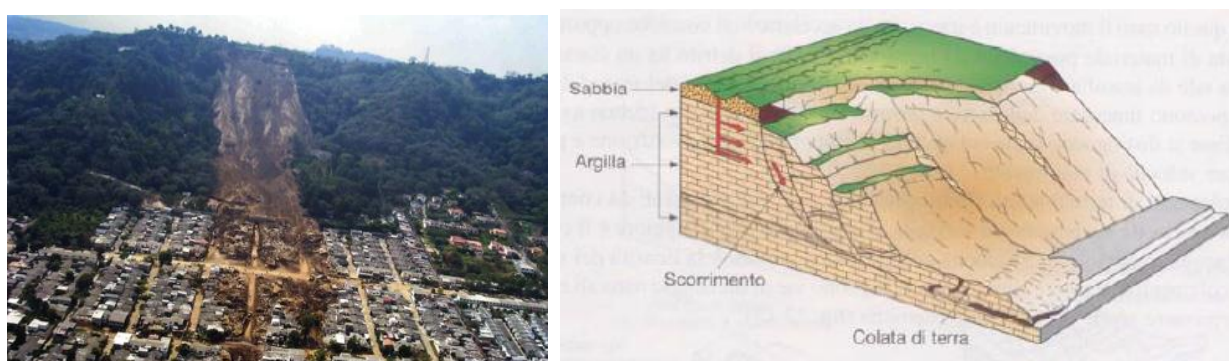



Figura 5.4 e 5.5 - Foto tipologie di movimenti: colamento rapido (sinistra), frana complessa (destra).

Gli impatti delle frane sul territorio e in particolare sugli elementi esposti (edifici, infrastrutture di comunicazione, terreni agricoli) dipendono strettamente dalla tipologia di movimento, dalla velocità e dal volume della frana. I fenomeni a cinematismo rapido, quali crolli o colate di fango e detrito, causano generalmente il maggior numero di vittime e i danni più ingenti.

Le cause d'instabilità di un versante possono essere naturali (precipitazioni, terremoti) e antropiche. Le precipitazioni brevi e intense e quelle eccezionali/prolungate sono i fattori più importanti per l'innesco dei fenomeni d'instabilità dei versanti; le prime per fenomeni rapidi e superficiali, le seconde per frane con una maggiore profondità della superficie di scivolamento o che coinvolgono litotipi prevalentemente argillosi. I fattori antropici assumono un ruolo sempre più determinante, con azioni sia dirette, quali tagli stradali, scavi, sovraccarichi, che indirette quali la mancata manutenzione di opere di difesa, un'agricoltura non realizzata secondo le buone pratiche agricole e l'abbandono delle pratiche selvicolturali. I tagli stradali realizzati negli ultimi decenni al fine di

migliorare l'accessibilità in aree collinari e montane hanno spesso determinato condizioni d'instabilità dei versanti. A ciò contribuisce, inoltre, la scarsa manutenzione delle vie di accesso alle aree boschive adibite alla selvicoltura (strade camionabili e trattorabili) e la realizzazione di piste su fondo naturale per l'esbosco a strascico.

Per quanto riguarda il fenomeno dell'erosione idrica del suolo, cioè l'asportazione della sua parte superficiale, maggiormente ricca in sostanza organica, per mezzo dell'azione battente della pioggia e delle acque di ruscellamento superficiale riveste una notevole rilevanza ambientale ed economica. I danni arrecati dall'erosione vengono generalmente classificati come danni manifesti nei luoghi in cui il fenomeno avviene (danni on-site) e che portano alla perdita di suolo, di fertilità, di biodiversità e danni che si verificano in aree distanti da quelle in cui il fenomeno erosivo è avvenuto (danni off-site) e che si traducono in aumento del trasporto solido dei corsi d'acqua, danni alle infrastrutture, riempimento dei bacini di irrigazione e idroelettrici, inquinamento delle acque superficiali a causa dal trasporto di concimi e antiparassitari. La limitazione di tali danni in molti casi richiede inoltre interventi correttivi, soprattutto nei territori agricoli di pregio, economicamente molto rilevanti. Le elaborazioni modellistiche evidenziano che circa il 30% dei suoli italiani presenta una perdita di suolo superiore a 10 tonnellate ad ettaro l'anno (t/ha/anno), valore ai limiti o maggiore della soglia di tollerabilità[24]. L'adozione di misure di sistemazione di tipo idraulico-forestali sono interventi preventivi e necessari per la difesa del suolo minacciato dall'erosione nei versanti e negli alvei dei corsi d'acqua.

5.1.2 Il ruolo dei boschi

Tra in vari fattori che maggiormente influiscono sul ciclo dell'acqua vi è la vegetazione e trai vari ecosistemi forestali il bosco è quello che principalmente esplica la migliore funzione anti-erosiva e regimante. I boschi, soprattutto per tutte le regioni di montagna, sono una componente integrante della vita e della cultura degli uomini; infatti, hanno svolto in passato, e svolgono tuttora, un importante ruolo sociale multifunzionale, che esercita i suoi benefici sull'intero ambiente a vantaggio della collettività, non solo da un punto di vista economico ma anche e soprattutto di protezione dell'uomo, dei suoi insediamenti e delle sue attività economiche. Questa funzione di protezione viene svolta nei confronti di pericoli naturali quali valanghe, frane superficiali, caduta massi e alluvioni.
Le formazioni forestali esercitano un'importante azione protettiva nei confronti dell'erosione del suolo, del deflusso delle acque superficiali e dei fenomeni di instabilità dei versanti: le azioni idrologiche e meccaniche della vegetazione determinano una riduzione dell'azione battente della pioggia, dell'erosione superficiale, del deflusso superficiale e del trasporto solido nelle aste fluviali,

---

[24] Il Soil Conservation Service dell'United States Department of Agriculture (USDA) fissa il valore di 11,2 t/ha/anno per il limite in cui l'erosione è ritenuta tollerabile per suoli profondi e a substrato rinnovabile. Per l'OCSE (Organizzazione per la Cooperazione e lo Sviluppo Economico), il valore limite si aggira sui 6 t/ha/anno (2001).

un aumento dei tempi di corrivazione e una stabilizzazione del pendio ad opera dell'apparato radicale. In generale, la vegetazione e le foreste agiscono sul deflusso idrico fondamentalmente in sei azioni:

1. intercettazione e trattenuta tramite le chiome;
2. rallentamento della velocità di caduta dell'acqua;
3. evaporazione e traspirazione;
4. effetto della copertura vegetale sulla capacità idrica del terreno;
5. attenuazione del deflusso;
6. azione anti-erosiva e di protezione del suolo.

Per garantire tali funzioni è necessario incentivare e mantenere attive le pratiche di gestione del patrimonio forestale secondo criteri di gestione forestale sostenibile. In generale nei popolamenti di latifoglie il governo a fustaia è da preferire per una maggiore stabilità ecologica (resilienza e resistenza), tuttavia in aree in frana con acclività elevata e scarsa potenza del suolo dovrebbe essere preferita la ceduazione o l'impianto di specie arbustive. La funzione di protezione è svolta con diverse modalità ed è indirizzata a diversi aspetti e componenti sia dell'ecosistema forestale, sia delle attività e degli interessi dell'uomo. Si possono distinguere foreste con funzione generica o indiretta quando svolgono una protezione nei confronti della conservazione del suolo dall'erosione diffusa o incanalata, e foreste con funzione diretta quando svolgono, invece, protezione nei confronti dei pericoli naturali (fig. 5.6): valanghe, caduta massi, scivolamenti superficiali e lave torrentizie. Le foreste di protezione possono anche non avere una funzione produttiva (legnosa) prioritaria e in molti casi tale funzione non viene prevista. La protezione nei confronti delle valanghe, della caduta massi, degli scivolamenti superficiali (superficie di scivolamento < 2 m) e delle colate rapide detritiche è funzione delle caratteristiche del popolamento forestale (composizione, densità, diametro, stratificazione, ecc.) e dell'intensità dei fenomeni naturali (volume dei singoli massi, volume complessivo del crollo, velocità, ecc.). Relativamente ai crolli di massi da pareti rocciose e rotolamento degli stessi a valle, le piante possono formare un ostacolo fisico al transito dei massi che si riduce con l'aumento del volume dei blocchi.

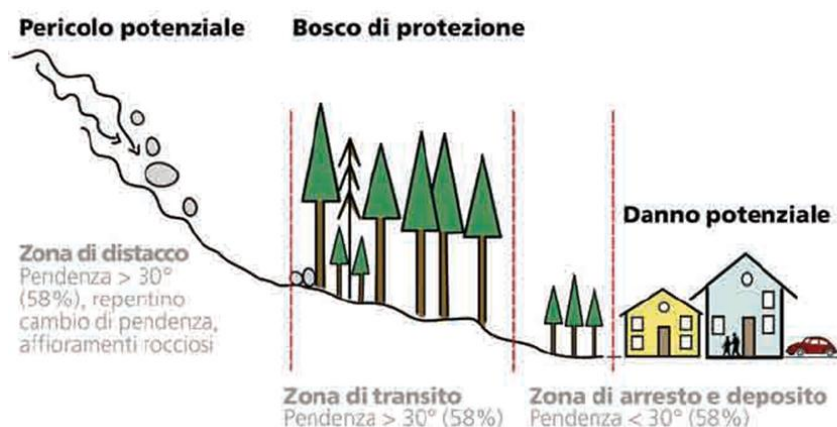



Figura 5.6 - Boschi di protezione (Regione Piemonte).

Anche la viabilità forestale ha funzioni importanti per la gestione forestale sostenibile, essa necessita di una corretta progettazione, realizzazione e manutenzione per evitare fenomeni di concentrazione del deflusso superficiale delle acque, erosione concentrata e innesco di fenomeni franosi lungo le scarpate.

5.2 Azioni di mitigazione del dissesto idrogeologico in campo agricolo e forestale

Gli interventi in campo agricolo e forestale rientrano a pieno titolo nella manutenzione del territorio. La manutenzione è un'azione di prevenzione nell'ambito della difesa del suolo e delle superficie boscate, che deve essere ripetuta periodicamente nel tempo.
Tali interventi, di tipo estensivo, sono finalizzati alla:

- manutenzione/ripristino della rete di drenaggio superficiale in aree agricole (fossi, solchi);
- stabilizzazione superficiale e protezione dall'erosione dei pendii;
- riforestazione, gestione del bosco e protezione dagli incendi boschivi;
- manutenzione/ripristino dei terrazzamenti agricoli;
- manutenzione/sistemazione del reticolo idrografico minore[25].

Gli interventi agro-silvo-pastorali possono essere utilizzati in modo efficace solo per alcune tipologie di dissesto, quali ad esempio erosione accelerata e frane superficiali, mentre fenomeni franosi con superficie di scivolamento più profonda possono essere stabilizzati soltanto con interventi di ingegneria tradizionale quali gallerie e pozzi drenanti, muri di sostegno, ecc. L'efficacia degli interventi agro-silvo-pastorali può, inoltre, ridursi significativamente all'aumentare dell'intensità degli eventi pluviometrici innescanti e dei fenomeni di dissesto.
L'azione più efficace in alcune aree ad alto livello di degrado è senza dubbio l'imboschimento dei terreni agricoli, attivi o in abbandono, e dei pascoli degradati riportando in equilibrio i versanti dove l'agricoltura o la pastorizia, in recente passato, avevano acquisito spazio in modo forzato.
Gli impianti di boschi permanenti o di arboricoltura da legno a ciclo medio-lungo consentono, infatti, un forte aumento della stabilità dei pendii, una graduale riduzione dell'erosione con aumento della protezione degli strati di suolo superficiali, attraverso il drenaggio delle acque sub-superficiali, favorendo l'infiltrazione e regolando di conseguenza anche i livelli di falda. Tutti i corsi d'acqua connessi beneficiano in questo modo di una consistente riduzione dell'erosione e del trasporto solido a valle e di una complessiva stabilizzazione dei loro alvei. L'aumento del tempo di corrivazione[3] a livello bacinale, conseguente all'imboschimento, fa si che si riduca il colmo di piena diminuendo il rischio di alluvioni. Ulteriori vantaggi di una superficie rimboschita possono essere: aumento di

---

[25] Reticolo idrografico costituito da tutte le acque superficiali (legge 36/94 art. 1 comma 1 del regolamento) ad esclusione di tutte "le acque piovane non ancora convogliate in un corso d'acqua" (art. 1 comma 2 del regolamento). Nel Reticolo Idrico Minore sono inseriti tutti i corsi d'acqua demaniali che non appartengono al reticolo idrico principale, al reticolo di bonifica e che non si qualificano come canali privati.

capacità di cattura di CO_2 nella biomassa epigea e ipogea delle piante, nella lettiera e nel suolo, contribuendo alle politiche nazionali e internazionali di contenimento dell'effetto serra e di e adattamento ai cambiamenti climatici; conservazione della biodiversità; produzione di biomasse forestali per materiali da opera e fini energetici; valorizzazione del paesaggio e della fruizione turistico-ricreativa.

Gli interventi di sistemazione idraulico-forestale, rinaturalizzazione e inerbimento oltre ad attuare attività di rimboschimento, per velocizzare i ripristini e stabilizzare il reticolo idrografico minore, rappresentano anche un importante strumento di manutenzione del territorio e per l'incremento e la conservazione della biodiversità. Relativamente al reticolo idrografico è importante assicurarsi sia la stabilizzazione dell'alveo e delle sponde, grazie all'uso di tecniche di Ingegneria Naturalistica, sia il mantenimento dell'efficienza idraulica attraverso il taglio selettivo della vegetazione in alveo, salvaguardando le funzioni ambientali svolte dalla vegetazione ripariale (naturalità, biodiversità, corridoi ecologici, protezione dagli inquinanti). In Italia il reticolo idrografico minore naturale che ricade nel territorio montano-collinare e in zone boscate con elevata propensione all'erosione (> 11,2 ton/ha/anno) è pari a 40.515,71 km (dati ISPRA). Altro importante motivo di innesco di fenomeni di degrado, fenomeni franosi e alluvionali sono senza dubbio le superfici boschive colpite dal fuoco o degradate da disturbi naturali come eventi estremi e fitopatie, che a causa della mancata protezione vegetale e dei fenomeni di indurimento (cottura) in caso di incendi degli strati superficiali del suolo provocano danni ingenti, sia localmente che a livello di bacino per tutto il settore agro-silvo-pastorale sotteso, talvolta irreversibili. Le azioni a riguardo sono essenzialmente il ripristino della struttura boschiva danneggiata, il restauro ecologico e il miglioramento strutturale a fini preventivi, oltre alla stabilizzazione superficiale dei versanti anche con tecniche di Ingegneria Naturalistica. La prevenzione degli incendi boschivi appare come una delle azioni più importanti da attuare. Occorre quindi individuare le opere più adeguate, quali il decespugliamento/pulizia di selezione del sottobosco, tagli colturali e di sfollo, garantire l'accesso ai mezzi antincendio con strade e tagli forestali e soprattutto creare e mantenere attive opportune strisce di tagliafuoco, "cesse" e viali parafuoco. Inoltre è importante sottolineare che per quanto riguarda le strade forestali, è opportuno stabilizzate in modo adeguato le scarpate di monte e di valle e realizzare e mantenere efficaci i sistemi di drenaggio lungo la strada per prevenire la concentrazione del deflusso superficiale, i fenomeni erosivi e di instabilità sul versante a valle della strada.

5.2.1 Ingegneria Naturalistica

L'Ingegneria Naturalistica è una disciplina tecnica che utilizza le piante vive o parti di esse per la realizzazione di interventi particolarmente efficaci nella sistemazione dei corsi d'acqua, delle loro sponde e dei versanti, limitando l'azione erosiva degli agenti meteorici, di scarpate e superfici degradate da fattori naturali (dissesto idrogeologico) o antropici (cave, discariche, opere

infrastrutturali). Tali tecniche sono caratterizzate da un basso impatto ambientale e si basano essenzialmente su particolari caratteristiche biotecniche presenti in alcune specie vegetali, come le capacità di sviluppo di un considerevole apparato radicale e nell'elevata capacità di propagazione vegetativa. Queste qualità sono direttamente funzionali ad un'efficace azione di trattenimento delle particelle di terreno e ad una più veloce e diffusa ricolonizzazione vegetale di ambienti degradati dall'intervento umano. A questi materiali vivi possono poi essere affiancati sia materiali biodegradabili di origine naturale (legname, piante o loro parti, talee, fibre di cocco, juta, paglia, legname, biostuoie, ecc.) che altri materiali quali pietrame, ferro o prodotti di origine sintetica in diverse combinazioni (geotessili, ecc.), che consentano un consolidamento duraturo delle opere. Gli obiettivi principali, di questa disciplina, puntano sostanzialmente, alla ricostituzione di nuove unità ecosistemiche (biosistemi naturaliformi) in grado di autosostenersi mediante processi naturali, con positive ripercussioni sulle caratteristiche geopedologiche, idrogeologiche, idrauliche, vegetazionali, faunistiche e paesaggistiche del territorio. Essa consente, infatti, di effettuare tutta una serie di operazioni in difesa del territorio, per la conservazione del suolo, soprattutto in funzione dell'erosione, causa/effetto fondamentale del lento e progressivo depauperamento dei suoli. A più vasta scala l'Ingegneria Naturalistica ha come obiettivo l'aumento della complessità e della diversità/eterogeneità del sistema di ecosistemi, innescando quindi un processo evolutivo che porti ad un equilibrio dinamico in grado di garantire un livello più elevato di metastabilità nonché un miglioramento della qualità del paesaggio. Per quanto riguarda le funzioni principali di questa disciplina, esse possono essere sintetizzate nei punti seguenti:

- Funzione ecologica: creazione e/o ricostruzione di ambienti paranaturali o naturaliformi, non si tratta di un semplice intervento di rinverdimento e di piantagione, ma di un innesco di processi ecosistemici, di diminuzione del deficit di trasformazione. Tra le funzioni ecologiche principali si ricorda il miglioramento delle caratteristiche chimico-fisiche del terreno e dei corsi d'acqua, il recupero di aree degradate, lo sviluppo di associazioni vegetali autoctone, la realizzazione di macro- e microambienti naturali divenuti ormai sempre più rari, l'aumento della biodiversità locale e territoriale;
- Funzione tecnica: consolidamento del terreno, copertura del terreno, riduzione dell'erosione spondale, protezione del terreno dall'erosione, sistemazione idrogeologica ed aumento della ritenzione delle precipitazioni meteoriche, miglioramento del drenaggio;
- Funzione estetico-paesaggistica: di ricucitura al paesaggio percepito circostante; rimarginazione delle ferite" del paesaggio, inserimento di opere e costruzioni nel paesaggio, protezione dal rumore;
- Funzione socio-economica: relativa al beneficio sociale indotto, alla gestione economica delle risorse naturali ed al risparmio ottenibile rispetto alle tecniche tradizionali sui costi di costruzione e di manutenzione di alcune opere; questa funzione viene realizzata quando tutto

il processo è a regime, ovvero è funzionante collaudato e i diversi attori coinvolti, sia pubblici sia privati, compiono correttamente le rispettive funzioni;

- Funzione di sviluppo dell'occupazione: nelle aree collinari e montane o depresse in genere.

5.2.2 Metodi costruttivi e tipologie di intervento

I principali metodi costruttivi usati nella Ingegneria Naturalistica possono essere elencati come segue :

- *Interventi di rivestimento*: proteggono rapidamente il terreno dall'erosione superficiale migliorando il bilancio termico e idrico promovendo l'attività biologica del terreno. Solitamente prima dell'attecchimento delle specie arboree, il terreno viene ricoperto con la paglia, per proteggerlo da eventuali precipitazioni di forte intensità;
- *interventi stabilizzanti*: servono a diminuire le forze meccaniche, stabilizzando e consolidando le sponde e le loro scarpate. Si utilizzano arbusti ed alberi muniti di forte capacità di propagazione vegetativa;
- *interventi combinati*: sostengono scarpate e versanti instabili con materiali vivi e per avere maggiore durata e sostegno si combinano con materiali inerti (pietrame, legno, ferro, acciaio, reti, stuoie, griglie, ecc..);
- *interventi complementari*: comprendono le semine e le piantagioni in maniera del tutto completa per avere la certezza di una sistemazione dell'opera giunta allo stadio finale.

Le tipologie di intervento principalmente utilizzate in questa disciplina, che interessano l'uso di biomassa legnosa come mitigazione del rischio idrogeologico, sono le seguenti:

- *messa dimora di talee*: infissione nel terreno o nelle fessure tra massi di pezzi di talee di specie vegetali (salici, temerici e altre specie) con capacità di propagazione vegetativo. Questa tecnica presenta i seguenti vantaggi: sistemazione a basso prezzo e semplice, reperibilità dei materiali, di semplice realizzazione, favorisce l'evoluzione degli ecosistemi, soprattutto in ambienti umidi (se si usano i culmi di canna); e i seguenti svantaggi: la stabilità della scarpata ed il consolidamento, l'attecchimento delle piante non è garantito;
- *messa a dimora di arbusti ed alberi:* questa tecnica si usa per incrementare lo sviluppo della vegetazione in aree in erosione o prive di copertura arbustiva e arborea e negli interventi di consolidamento del dissesto superficiale. Il ripristino della vegetazione costituisce un consolidamento del substrato e un miglioramento ambientale dal punto di vista ecosistemico; la vegetazione ripariale, inoltre, può rappresentare, specialmente in aree planiziali, l'unico elemento boschivo più o meno continuo per facilitare la diffusione di specie animali. I vantaggi sono: applicabile in molte opere sia come supporto sia come completamento, inoltre è fondamentale per la rinaturalizzazione delle aree di sponda e su versante, invece gli

svantaggi: interventi che richiedono molto materiale vegetale e molto lavoro per la realizzazione, sono quindi possibili in aree limitate, difficoltà di reperimento delle specie scelte presso i vivai e i limiti dovuti alla stagionalità e alle esigenze fitoclimatiche delle specie;

- *copertura diffusa:* l'opera consiste nella realizzazione di un rivestimento di sponda, precedentemente rimodellata, mediante la messa a dimora di astoni, (ramaglia viva di salici, tamerici, ecc.) con capacità di propagazione vegetativa. La ramaglia ha disposizione perpendicolare alla direzione del flusso d'acqua ed è fissata al substrato mediante filo di ferro teso tra picchetti e paletti vivi o morti. La base della ramaglia viene conficcata nel terreno e qualora siano presenti più file, queste devono sormontarsi parzialmente. La ramaglia viene coperta con un sottile strato di terreno vegetale. Con tale intervento si protegge la superficie del terreno dall'azione delle forze meccaniche (piogge, erosione fluviale, ecc.). Viene inoltre migliorato il bilancio idrico e termico e viene favorito lo sviluppo della vita vegetale nel terreno e nello strato aereo vicino al terreno. I principali vantaggi di questa tecnica sono: l'immediata protezione dall'erosione meccanica e successivo consolidamento in profondità mediante un fitto reticolo di radici con vegetazione cespugliosa rigogliosa elastica e duratura; il materiale autoctono è facilmente reperibile in loco;

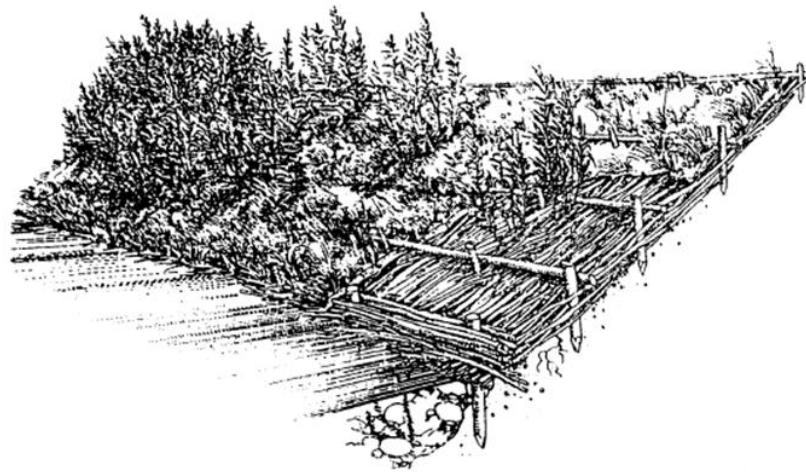



Figura 5.8 – Rappresentazione di una copertura diffusa. (manuale tecnico di Ingegneria Naturalistica).

- *opere in legname*: sono opere di contenimento superficiale, impiegate per la sistemazione e/o consolidamento delle aree soggette a frane e crolli, tramite l'uso di materiale legnoso (tondami). Le tecniche principali adottate possono essere: palificate semplici (fig. 5.9), dove vengono impiegati tondame scortecciato idoneo e durabile (sia di latifoglie che di conifera), con diametro minimo di 20 cm disposti perpendicolarmente alla linea di massima pendenza, fissati e legatati da picchetti in legno a valle.

Figura 5.9 - Foto sistemazione versante con palificate semplici (Regione Piemonte).

Altra tecnica (fig. 5.10) è rappresentata dalle palificate vive di sostegno a una o doppia parete, esse sono un evoluzione delle palificate semplici dato dall'inserimento di pali (traversi) tra i pali orizzontali sovrapposti (correnti).

Figura 5.10 - Foto sistemazione versante con palificata viva di sostegno (Regione Piemonte).

Un'ultima tecnica interessante da citare sono le grate vive (fig. 5.11), ottime per la sistemazione di pendi ad alti valori di acclività (da 40° a oltre 60°). La struttura è costituita da una serie di tronchi verticali, aderenti alla scarpata, e distanziati fra loro da 1 a 2 m, su di essi vengono fissati, mediante: viti, bulloni, legature o ad incastro, dei tronchi orizzontali, a costituire maglie quadrate o rettangolari.

Figura 5.11 - Foto sistemazione pendio con tecnica a grate vive (Regione Piemonte).

5.3 Il caso Valtellina

La provincia di Sondrio con una superficie di 321.190 ha, possiede oggi una copertura boschiva di circa 114.873 ha[26] pari a quasi il 36% del territorio provinciale (copertura boschiva presente solo in territorio montano) e del 18,5% del territorio lombardo, che per estensione boschiva risulta essere seconda soltanto alla provincia di Brescia (27,3%). Da questi dati si rileva l'importanza della risorsa boschiva in questa provincia, inoltre analizzando i dati forestali del censimento lombardo del 1994, dove venivano censiti ben 95.780 ha, si è constatato un aumento del 20 % della superficie boschiva in soli 17 anni, dati rilevanti che denotano l'aumento delle superficie abbandonate e recuperate dal bosco. Con la presenza di tre centrali di teleriscaldamento sul territorio, rispettivamente Tirano (20MW di potenza installata), Sondalo (10 MW) e S. Caterina Valfurva (12 MW), da più di dieci anni si è istaurato un vero e proprio sistema di recupero della biomassa sul territorio, ispirato al concetto fondamentale di filiera bosco-legno, tramite filiera corta[27].

Tale sistema, nel rispetto dei criteri ecologici e uso sostenibile delle fonti offerte dal territorio, ha pian piano risvegliato l'interesse nelle cure e uso del bosco, muovendosi con l'intento principale di non sfruttare i boschi per alimentare le centrali a biomasse ma bensì quello di usare le centrali per una opportuna, corretta ed economica gestione dei boschi. Come mostrato nella figura 5.12, l'uso di biomassa derivante da manutenzione boschiva, nella filiera di approvvigionamento degli impianti di teleriscaldamento della Valtellina, segue un trend in aumento, che nel periodo 2011-2012 ha costituito ben il 51,7 % della biomassa conferita agli impianti, a testimonianza di un modello di gestione forestale attiva e produttiva che favorisce il presidio territoriale.

Provenienza	Anno 2007-2008		Anno 2008-2009		Anno 2009-2010		Anno 2010-2011		Anno 2011-2012	
Legname	quintali	%	quintali	%	quintali	%	quintali	%	quintali	%
Bosco	44.045	**10,4%**	62.673	**13,4 %**	98.606	**22,4%**	174.809	**33,3%**	250.739	**51,7%**
Segherie	349.011	**82,1%**	307.311	**65,7 %**	225.404	**51,1%**	157.324	**29,9%**	136.251	**28,1%**
Potature	4.214	**1,0%**	6.946	**1,5%**	2.956	**0,7%**	3.079	**0,6%**	2.099	**0,4%**
Medium rotation	26.151	**6,1%**	88.808	**19,0 %**	111.229	**25,3%**	188.969	**36,0%**	94.477	**19,5%**
Pula - Cortecce	1.719	**0,4%**	1.824	**0,4%**	2.034	**0,5%**	1.341	**0,3%**	1.100	**0,2%**
TOTALE	425.140	**100,0 %**	467.562	**100, 0%**	440.229	**100,0%**	525.521	**100,0%**	484.666	**100,0%**

Figura 5.12 - Approvvigionamento di biomassa legnosa del Distretto teleriscaldamento a biomassa-Valtellina (Fonte: FIPER).

[26] Dati provenienti dal "Rapporto sullo stato delle foreste in Lombardia, redatto dal ERSAF a fine dicembre 2012.

[27] D.M. Mipaaf 2 marzo 2010, art. 2: biomasse "da filiera corta" = "biomassa e il biogas (…) prodotti entro il raggio di 70 km dall'impianto di trasformazione".

Il costante e progressivo aumento della voce “bosco” nella tabella delle fonti di approvvigionamento nel distretto di teleriscaldamento Valtellina, mostrano il trend positivo delle attività boschive sul territorio, con effetti positivi come: l’intensificazione nei controlli sui boschi, sistemazione viabilità forestale, riduzioni dei carichi di biomassa, opere di ingegneria naturalistica e aumento domanda di lavoro per addetti del settore, tutte elementi che concorrono alla diminuzione nella instabilità del suolo nelle zone soggette a queste attività. Bisogna considerare che la provincia di Sondrio è quella con il maggior numero di frane registrate in Lombardia (dati Regione Lombardia 2006).
La presenza di queste centrali termiche con determinate potenze (>1MW) in grado di bruciare anche biomassa ad alte percentuali di umidità (50%) e pertanto in grado di accettate ramaglie e materiale verde, hanno contribuito alla diminuzione del carico del sottobosco, limitando così rischi di incendi e frane. Una considerazione importante va fatta anche sulla “legge 102/1990 Valtellina”, più precisamente nell’ambito dell’Azione Speciale Riforestazione relativa alla Seconda fase di Difesa del Suolo, che attualmente ha concluso tutte le sue iniziative (2011), finalizzate a interventi per ridurre le possibilità di innesco di ulteriori situazioni di rischio idrogeologico lungo i versanti montani, riqualificando i boschi e creando al contempo i presupposti per l’avvio di attività produttive utili al rilancio socio-economico delle aree interessate. Nel corso del 2011 in particolare si sono conclusi gli ultimi interventi relativi al “Progetto pilota per il rilancio della filiera bosco legno e per la valorizzazione dell'ambiente in Valtellina”, articolato in diverse azioni che prevedevano l’utilizzazione e il miglioramento di soprassuoli di proprietà pubblica, la realizzazione di interventi integrati su aree private, interventi di recupero di aree danneggiate a seguito di incendi o di avversità biotiche (bostrico), la certificazione forestale e attività di formazione professionale e di divulgazione.
Complessivamente sono stati spesi per l’Azione Speciale Forestazione € 9.698.571,06 e sono stati realizzati oltre 150 interventi. La Giunta regionale con d.g.r. IX/2300 del 13 ottobre 2011 ha stabilito di utilizzare le economie accertate nell’ambito dell’Azione Speciale Riforestazione (€ 629.538,42) per il finanziamento di un secondo lotto del “Progetto pilota per il rilancio della filiera bosco legno e per la valorizzazione dell'ambiente in Valtellina” per la realizzazione di interventi specifici atti a prevenire il dissesto idrogeologico.
E’ attuale il progetto, proposto dai vertici della camera di commercio di Sondrio, di trecento nuovi posti di lavoro nella filiera bosco-legno-energia e un sistema duale scuola-lavoro per la formazione degli addetti. Il progetto ha lo scopo principale di incentivare le cure boschive, forte dell’opportunità da parte delle segherie valtellinesi, di investire 7 milioni di euro per la realizzazione di un polo di produzione di pannelli. Il comparto delle segherie è molto importante per la Provincia: in Valtellina e Valchiavenna si lavora il 12 % del legname d’Italia. Ma dai primi mesi del 2014, il quantitativo di legname disponibile è calato di molto, in quanto la Svizzera (principale fornitore) ha spostato il mercato in Austria, dove il mercato dei pannelli, usati nella costruzione di abitazioni high tech, sta conoscendo un periodo di espansione. Questa è una buona occasione per investire sulle risorse

boschive locali, ritornando a coltivare il bosco e offrire nuovi posti di lavoro, soprattutto in un periodo di grandi difficoltà come questo.

5.4 Potenzialità Biomasse agroforestali

Le biomasse agroforestali presentano particolari potenzialità che attraverso specifici obiettivi possono essere valorizzati, tra cui:

- protezione del territorio e riduzione del dissesto idrogeologico: attraverso misure (buone pratiche agricole e forestali) e interventi a carattere estensivo finalizzati alla riduzione dell'erosione del suolo e dei fenomeni franosi superficiali, all'aumento dei tempi di corrivazione con riduzione dei colmi di piena e degli eventi alluvionali, alla riduzione della quantità di sedimento immessa nel reticolo idrografico e dell'interrimento degli invasi artificiali;
- conservazione della risorsa suolo, della naturalità e biodiversità del territorio: mantenimento delle superfici coltivate, riduzione dell'erosione e della perdita di sostanza organica con conseguente miglioramento della fertilità dei suoli e diminuzione dell'uso di fertilizzanti, erbicidi e antiparassitari; supporto e conservazione delle aree agricole ad alto valore naturalistico (HNVF); riqualificazione degli ecosistemi degradati tramite la conservazione ed il potenziamento dei corridoi ecologici e degli ecotoni. Mantenimento della copertura forestale in buono stato di efficienza ecologica; aumento dell'efficacia dei boschi sul controllo dell'idrologia superficiale e dell'erosione dei versanti, tramite il mantenimento e l'incentivazione della gestione attiva dei soprassuoli forestali;
- supporto alla riduzione delle emissioni di gas serra e alla mitigazione dei cambiamenti climatici mediante l'incremento dell'assorbimento di CO_2: miglioramento della struttura e funzionalità dei boschi, valorizzando il contributo forestale al ciclo del carbonio, mantenendo attive le pratiche colturali e recuperando i turni di gestione, valorizzando anche le aree marginali e a macchiatico negativo[28]. Diffusione di suoli integri e/o inerbiti, con presenza di siepi e filari arborei, fasce vegetazionali lungo i corsi d'acqua, pratiche di incremento della sostanza organica nei suoli, sviluppo dell'agricoltura conservativa;
- incremento dell'occupazione giovanile: supporto aziendale indirizzato soprattutto all'imprenditoria giovanile; sistemi di cooperative giovanili per la realizzazione di opere di consolidamento e rinaturalizzazione.

[28] Quando il guadagno ricavato dal taglio è inferiore alle spese sostenute.

Capitolo 6
Il teleriscaldamento in Valtellina: caso Tirano (SO).

6.1 Contesto territoriale

La Provincia di Sondrio è situata nel nord della Lombardia, interamente in area alpina, e copre una superficie di 3212 km^2. II territorio della provincia si sviluppa lungo il corso superiore dell'Adda e dei suoi principali affluenti, che si addentrano profondamente nelle valli alpine incise nei massicci montuosi delle Alpi Retiche e delle Prealpi Orobiche; solo l'estrema porzione occidentale della provincia (versante destro della Valchiavenna) si situa nelle Alpi Lepontine.

La parte sud-occidentale della provincia è invece limitata dalle Prealpi Orobiche, le cui principali vette montuose (Massiccio Coca-Redorta-Scais) superano di poco i 3000 m. II territorio è quindi in gran parte montuoso, e ben 2255 km^2, cioè il 67% circa della superficie della provincia, è situato a quote superiori ai 1500 m s.l.m. Lo sviluppo delle principali valli della Provincia di Sondrio è in buona parte legato alla struttura ed alla complessa evoluzione tettonica del substrato roccioso, inciso poi da ghiacciai, torrenti e fiumi durante il Quaternario. La più importante di queste è la Valtellina, orientata in direzione Est-Ovest, tranne che per la sua parte medio-alta che si sviluppa invece dapprima in direzione NE-SO e quindi Nord-Sud, con varie diramazioni laterali. Qui è stata preponderante l'azione erosiva dei ghiacciai, che si sono mossi su un substrato dalla struttura molto complessa. I più recenti eventi geologici hanno colmato di materiale detritico gli ampi fondovalle, sia della bassa Valtellina che della bassa Valchiavenna, he un tempo si situavano ben al di sotto del livello del mare e che oggi si ritrovano a quote comprese tra i 200 ed i 300 m s.l.m.

L'attuale modellamento del territorio è legato alle condizioni climatiche. II clima della Provincia di Sondrio non è molto uniforme, a causa degli elevati dislivelli presenti; buona parte della Valtellina mostra un clima di tipo continentale, con piovosità media nella parte alta della valle, che diviene man mano più accentuata scendendo nella bassa valle, verso il Lario. Differenze climatiche si notano anche tra i vari versanti: ad esempio il versante retico è più mite e meno piovoso di quello orobico, che presenta anche una costante esposizione a Nord. La Valchiavenna, a causa della sua orientazione quasi perpendicolare alla Valtellina, presenta un clima più mite ma più piovoso di quello valtellinese.

Le condizioni climatiche e le grandi differenze di quota tra fondovalle e cime più elevate hanno chiaramente influito sullo sviluppo della vegetazione; il paesaggio valtellinese e valchiavennasco è dominato fino a quote attorno ai 600-700 m s.l.m. da boschi di latifoglie; tra queste il castagno, spesso prevalente, si spinge fino a circa 1000 m s.l.m.. A quote più elevate incominciano a comparire le conifere che diventano predominanti a partire dai 1400 m s.l.m. e si spingono, con esemplari isolati, fino ai 2300 m s.l.m.. Sui fondovalle e sui versanti meno acclivi, l'antropizzazione ha influito notevolmente sulla vegetazione, con ampi disboscamenti per ottenere prati e colture, nonché con

terrazzamenti per la coltivazione della vite o di piante da frutta. Anche il netto incremento di popolazione a partire dal secolo scorso ha influito sull'equilibrio dell'ambiente: in passato i centri abitati erano situati prevalentemente sui terrazzi naturali dei versanti, più salubri del fondovalle e al sicuro da alluvioni; le bonifiche e soprattutto lo sviluppo delle attività industriali hanno portato alla rapida colonizzazione del fondovalle e soprattutto dei conoidi alluvionali, su cui oggi sorgono gran parte dei maggiori centri abitati della provincia.

La città principale e capoluogo di Provincia è Sondrio; altre località importanti sono Tirano, Morbegno, Teglio, Bormio e Livigno. Queste ultime due sono mete turistiche assai rinomate per i loro impianti sciistici. Livigno ha inoltre il vantaggio di essere porto franco mentre Bormio quello di avere delle ottime acque termali note sin dall'antichità. Attualmente il turismo è la maggior attività economica della provincia, anche se non ha del tutto cancellato l'antica vocazione agricola né ha frenato il recente sviluppo industriale (fig. 6.1).

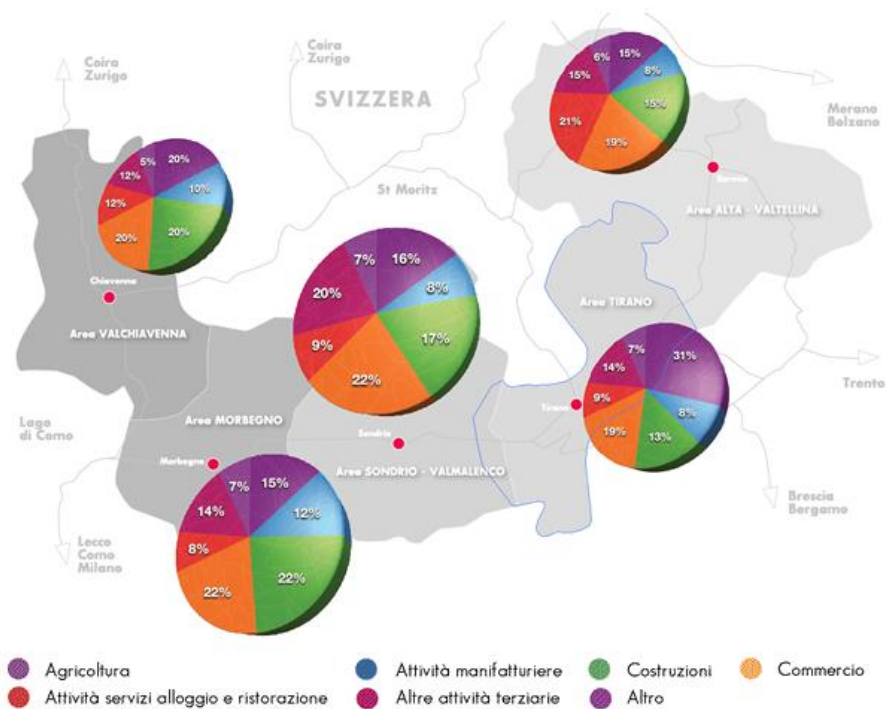



Figura 6.1 - Localizzazione e ripartizione percentuale delle attività economiche nella Provincia di Sondrio (Sondrio 30% - CM Morbegno 24% - CM Tirano 17% - CM Alta Valtellina 17% - CM Valchiavenna 11%). Fonte: elaborazione CCIAA Sondrio su dati Movimprese.

Tirano (fig. 6.2 e 6.3) è un importante crocevia che si trova a quota 441 m s.l.m. con una popolazione di circa 9200 persone insediate principalmente nei pressi della confluenza dei fiumi Adda e Poschiavino e delle valli in cui questi scorrono, rispettivamente la Valtellina e la Val Poschiavina, quest'ultima pressoché interamente ubicata in territorio svizzero. Esso è contornato dalle montagne rispettivamente: a sud le Alpi Orobie valtellinesi, a nord il massiccio del Bernina e a nord-est quello dello Stelvio.

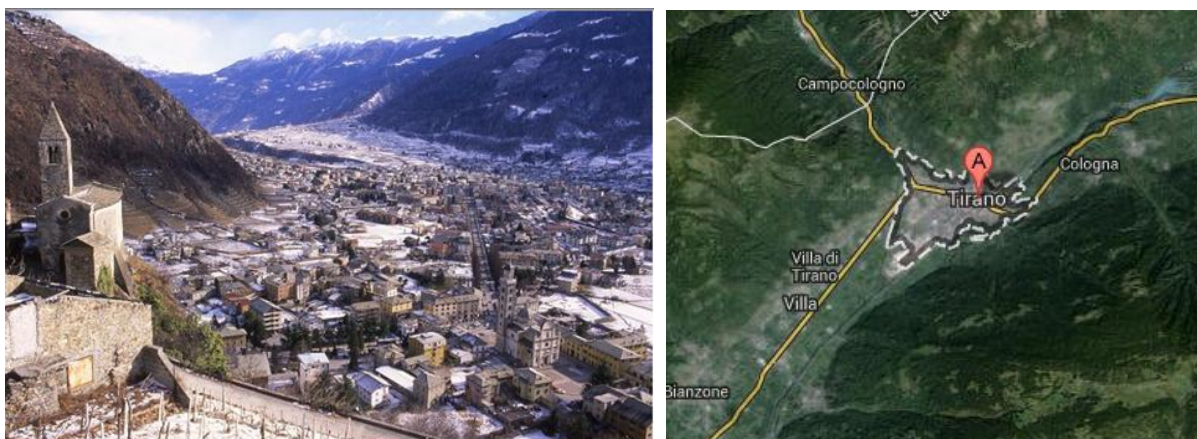



Figure 6.2 e 6.3 - Foto Tirano (sinistra) e vista dal satellite (destra).

L'economia locale presenta un industria sviluppata in svariati comparti; tra quelli più importanti vi sono: quello alimentare (mele e vino), che si occupa anche della produzione di prodotti per l'alimentazione degli animali, il tessile, quelli della lavorazione del legno, dei prodotti farmaceutici, dei materiali da costruzione (fra cui il vetro ed i prodotti in vetro), della meccanica e della metallurgia. Di notevole rilievo anche la produzione e distribuzione di energia elettrica e termica nonché la fabbricazione di strumenti ottici, di motocicli e biciclette, di mobili, che si affiancano al comparto edile e al manifatturiero, basato principalmente su gioielleria ed oreficeria. L'agricoltura, anche se secondaria come fonte di reddito, è molto diffusa: si coltivano cereali, frumento, ortaggi, foraggio, vite e alberi da frutta. Sono presenti allevamenti di suini, ovini, caprini ed equini.

Da dati ricavati dal Sistema Informatico Regionale Energia Ambiente (SIRENA) possiamo vedere i consumi annui per vettore (in TEP) del comune (figure 6.4 e 6.5) fino al 2010.

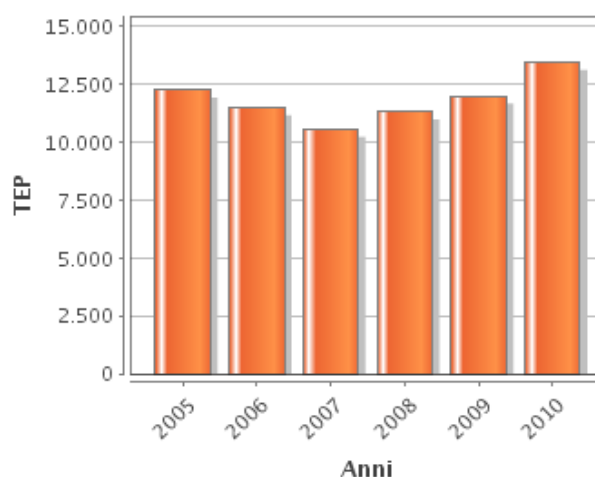
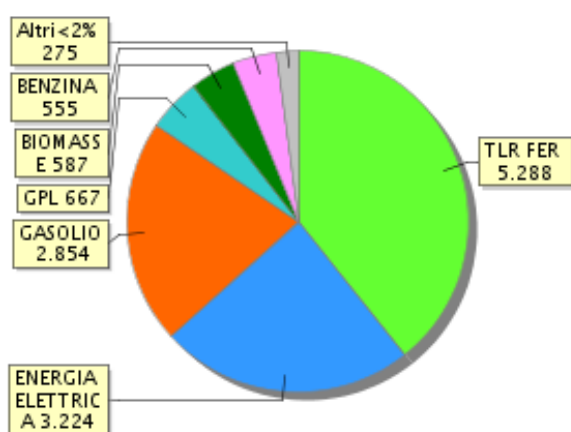



Figure 6.4 e 6.5. Consumi per vettore (sinistra) e consumi per anno (destra)- SIRENA (2010).

Dalla figura 6.4 possiamo vedere come il teleriscaldamento incide nell'offerta totale di energia nel comune di Tirano, infatti l'impianto attualmente, secondo dati del inizio 2013, è allacciato ed in funzione a 740 utente con circa 7.080 persone servite, circa il 77 % della popolazione residente.

6.2 Il teleriscaldamento in Valtellina

La Valtellina si è dimostrata luogo ideale per la creazione stabile di una filiera legno-energia, grazie ai requisiti fondamentali presenti per l'inserimento nel territorio di centrali a teleriscaldamento e di cogenerazione che siano sostenibili sotto tutti i punti di vista, sia economici (bilanci in attivo e risparmio sulle bollette degli utenti), sociali (ritorno alla scoperta dei boschi, nuovi posti di lavoro, qualità della vita migliore) che ambientali (minor inquinamento da emissioni da fonti fossili e manutenzione dei boschi e alvei); i requisiti che hanno reso tutto ciò possibile sono i seguenti:

- abbondante presenza di materia prima (principalmente boschi e segherie);
- presenza di piccole comunità;
- scarsa metanizzazione della zona e quindi uso di combustibili fossili ad alti costi (gasolio e GPL);
- inverni lunghi con temperature rigide;
- ampia scelta di tecnologie di combustione che si adattano ad ogni tipo di biomassa disponibile sul territorio;
- convenienza nella realizzazione di impianti cogenerativi che producono corrente nei periodi di minor domanda di calore;
- forte spirito di partecipazione delle popolazioni soggette.

Data la inesistente metanizzazione del comune, per lungo tempo il gasolio e il GPL hanno rappresentato una forte componente nel riscaldamento sia domestico che industriale, senza contare gli innumerevoli caminetti presenti in quasi tutte le abitazioni.

Dal grafico 6.1, possiamo vedere come l'introduzione del teleriscaldamento nei comuni interessati, abbia certamente inciso sui costi del riscaldamento, dato il minor costo al kWht rispetto ai combustibili fossili, comportando un risparmio tra il 10 e il 20 % sulla bolletta.

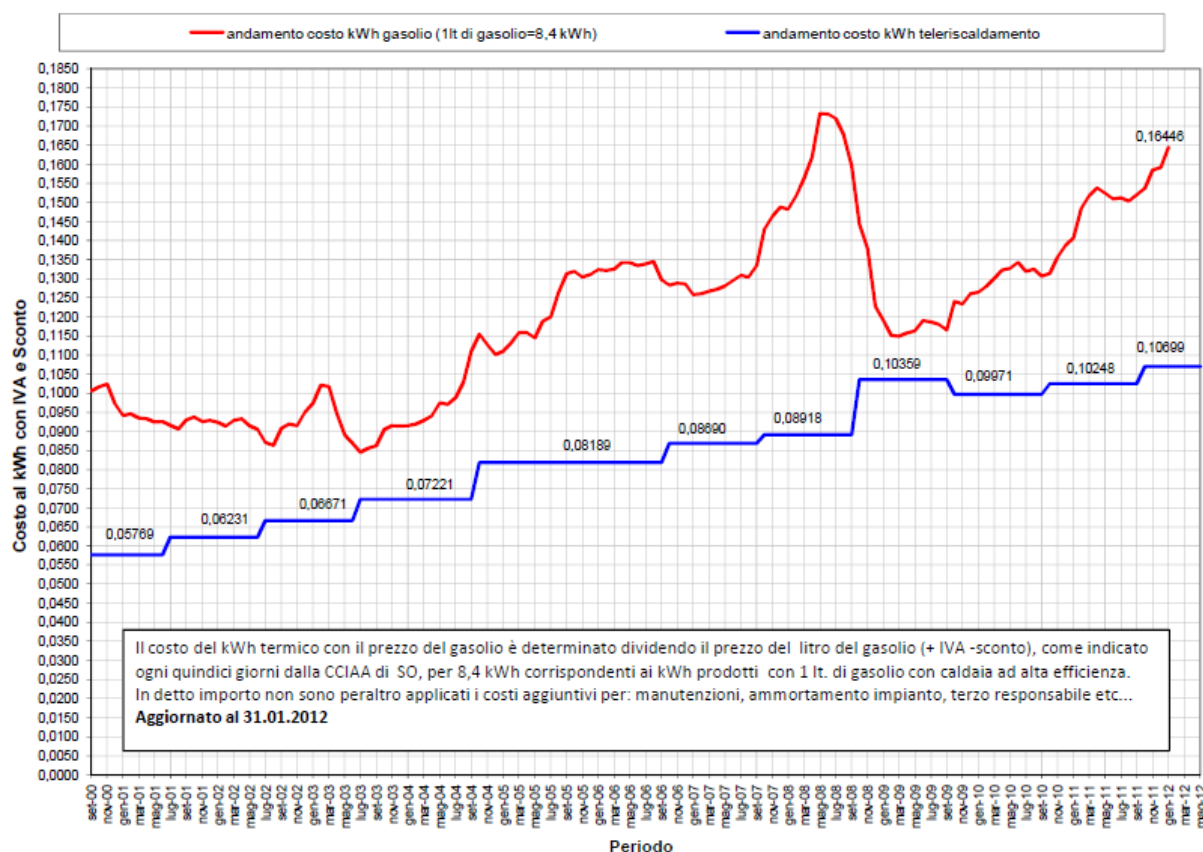



Grafico 6.1 - Confronto costo al KWh tra il gasolio e il teleriscaldamento (Fonte: TCVVV).

Nonostante l'aumento dei costi del teleriscaldamento, impuntato maggiormente all'aumento del costo della biomassa, i costi sono sempre risultati fino a d'oggi minori a quelli tradizionali (es. prezzo gasolio) e meno variabili nel tempo; infatti una famiglia risparmia in media dal 20 al 30 % rispetto al riscaldamento di una caldaia a gasolio, includendo i costi di manutenzione e ammortamento. Oltre all'evidente risparmio economico e riduzione nella dipendenza dei combustibili tradizionali importati dall'estero, il teleriscaldamento a biomassa è un esempio concreto di un modello di sviluppo basato sulla gestione del territorio con importanti effetti positivi sull'occupazione.

A differenza di altre fonti rinnovabili non programmabili come il vento e il sole, infatti, l'approvvigionamento della biomassa deve essere continuo e programmato nel tempo. In Valtellina attraverso l'avvio delle centrali di teleriscaldamento si sono creati posti di lavoro sia all'interno degli impianti che lungo la filiera a monte. Stanno crescendo sia il numero delle aziende boschive sia quello dei loro occupati. Negli ultimi 30/50 anni, infatti, l'economia del bosco è stata pressoché relegata alla produzione di legname da opera, che non garantiva la manutenzione dei boschi (potature, pulizia dagli incendi, dalla malattie..), attività troppo onerosa da svolgere per l'imprenditore boschivo in autonomia. L'attivazione della filiera bosco-legno-energia negli ultimi 5 anni ha permesso e sta permettendo alle imprese boschive ed ai consorzi forestali di procedere alla manutenzione del patrimonio boschivo, attraverso la vendita della biomassa derivante da questa

attività (W. Righini[29]). Il conferimento della biomassa legnosa presso la centrale permette alle imprese di creare un volano di sviluppo annuale: nei mesi estivi si recupera il legname dai boschi, mentre in autunno e in inverno si provvede allo stoccaggio e alla cippatura. A livello ambientale, invece, si registra l'importante riduzione delle emissioni inquinanti in atmosfera, data la sostituzione delle caldaie a combustibile fossile e la chiusura di un migliaio di caminetti, tutti rimpiazzati da un unico impianto con controllo dei fumi, inoltre l'utilizzo di una caldaia centralizzata e monitorata ha un maggior rendimento energetico rispetto a tante piccole e singole caldaie domestiche. Nel decennio 2000/2010 grazie ai tre impianti di teleriscaldamento (Tirano, Sondalo e S. Caterina Valfurva) sono stati risparmiati circa 52 milioni di litri di gasolio (Fonte TCVVV) ed evitate circa 150.211 t di CO_2 in atmosfera, nel solo periodo 2011/2012 ben 7.115.000 Litri di gasolio e 20.630 t di emissioni CO_2 evitate, grazie ai 55,50 km di rete di teleriscaldamento allacciati a 1.185 edifici.

L'inizio di questa nuova era, volta l'uso sostenibile delle fonti presenti sul territorio per combattere il monopolio delle fossili, cominciò nel 1994 con la costituzione in Alta Valtellina del Consorzio Forestale, comprensivo dei comuni: Livigno, Valdidentro, Bormio, Valfurva, Valdisotto, Sondalo e della Comunità Montana Alta Valtellina (Enti Pubblici) e dell'Associazione Impianti a Fune Alta Valtellina (Privati), con scopi principali tra cui: la promozione di azioni di salvaguardia, di tutela, di gestione e valorizzazione delle risorse delle aree montane e il mantenimento e la pulizia dei boschi, cominciò prendere vita progetti di tutela, salvaguardia ed uso delle risorse boschive presenti sul territorio e lungamente dimenticate. Successivamente nacque l'esigenza di fondare apposite società per lo studio, la progettazione e la realizzazione di impianti di teleriscaldamento a biomassa solida ricavata dalla pulizia dei boschi, sottoboschi e alvei, nel territorio circostante e dagli scarti di lavorazione delle numerose segherie locali. Nel 1997 venne fondata la Società Teleriscaldamento Cogenerazione Valtellina Valchiavenna Valcamonica S.p.A. (comunemente chiamata con l'acronimo T.C.V.V.V. S.p.A.), le cui attività principali consistono nella produzione e/o distribuzione di energia da biomassa legnosa, sia sotto forma di calore con il teleriscaldamento che corrente da cogenerazione; studio, progettazione, costruzione e gestione di centrali di teleriscaldamento e/o produzione di energia elettrica. L'anno successivo, cioè nel 1998, fu sottoscritto "il protocollo d'intesa" tra Regione Lombardia, Comuni di Tirano e Sondalo, Consorzi Forestali Alta Valtellina e Valcamonica e la Società stessa, che sanciva una serie d'impegni reciproci, attestava il consenso unanime di tutti gli intervenuti riguardo alle materie trattate e regolate e dava, di fatto, l'avvio all'operazione definita: "la scommessa verde", fortemente voluta e sostenuta dall'Assessorato Agricoltura della Regione Lombardia, finalizzata all'utilizzo della biomassa legnosa per la produzione di calore per i cittadini di Tirano e Sondalo. Vennero quindi acquisiti i terreni su cui sorsero gli impianti di Tirano e Sondalo ed

[29] Presidente Federazione Italiana Produttori Energia da Fonti Rinnovabili (FIPER) e Amministratore Delegato TCVVV.

iniziarono i lavori di costruzione sia degli edifici degli impianti stessi che la rete di distribuzione del calore, che si conclusero nel mese di ottobre con l'effettiva entrata in funzione degli impianti.

La TCVVV S.p.A. ad oggi vanta la realizzazione nonché la gestione di questi due impianti più un terzo con sede a Santa Caterina Valfurva ed una quota di partecipazione nella società che gestisce il primo impianto di biogas nel territorio valtellinese.

6.3 L'impianto di teleriscaldamento/cogenerazione di Tirano

Entrata in funzione nel mese di ottobre del 2000, con successive modifiche per far fronte alle sempre più numerose richieste di allacciamento alle reti di teleriscaldamento da parte di nuovi edifici, ha raggiunto una potenza di 20 MW tramite l'uso di 3 caldaie alimentate esclusivamente a cippato. Nel 2003 con l'aggiunta della terza caldaia di 8 MW ad olio diatermico, collegato a un sistema cogenerativo, in collaborazione con la società italiana TURBODEN[30], realizzò il primo impianto di cogenerazione alimentato a biomassa legnosa in Italia.

Figura 6.6 - Foto impianto di teleriscaldamento Tirano (SO).

Il consumo medio annuo di cippato è di circa 120.000 metri cubi steri[31] e consente il risparmio di circa 4,5 milioni di litri di gasolio all'anno, comportando innumerevoli vantaggi sotto il profilo dell'inquinamento ambientale. Poiché la distribuzione del consumo della biomassa risulta essere inverso rispetto alla capacità di approvvigionamento in loco, la centrale dispone di una capacità di stoccaggio della biomassa di 6.000 m^3 al coperto ed 30.000 m^3 in aree aperte, ai quali inoltre vanno sommati una capacità di stoccaggio di circa 15.000 tonnellate di legname tondo.

La rete di distribuzione del calore ha una distribuzione pari a circa 32 km e presenta una potenza complessiva poco sopra i 58 MW che alimenta i circa 740 scambiatori di calore installati negli edifici

[30] Azienda italiana leader europeo nello sviluppo e produzione di turbogeneratori ORC per la generazione di energia elettrica e calore da fonti rinnovabili e da recupero di calore da processi industriali.
[31] Un metro cubo di cippato non compresso ha un peso tra i 270-300 kg.

allacciati al sistema. Nel 2006 venne installato sopra il magazzino di stoccaggio del cippato, un parco fotovoltaico di 500 m^2 con una potenza di picco pari a 68,1 kW elettrici, in grado di produrre annualmente circa 0,075 GWhe.

CARATTERISTICHE GENERALI IMPINATO		
Caldaie	N°	3 (2 da 6 MW e 1 da 8MW)
Costo complessivo dell'impianto	€	23.000.000
Potenza impianto a biomasse	MW	20
Potenza modulo ORC	MW	1.1
Potenza di picco impianto fotovoltaico	KW	68,1
Potenza allacciata rete di teleriscaldamento	MW	58,29
Capacità stoccaggio Biomassa	mc aree interne	6.000
	mc aree esterne	30.000
	mq sup. coperta	2.500
	mq area stoc.	3.600

Tabella 6.1 - Sintesi caratteristiche generali impianto di Tirano.

6.3.1 Le caldaie

L'impianto caldaie (Combined Heat and Power, CHP) è composto da tre caldaie alimentate a biomassa vergine (cippato), di cui due funzionano ad acqua calda mentre la terza è a olio diatermico, che insieme al sistema ORC (Organic Rankine Cycle), oltre a fornire circa 40.000.000 kWh/anno di energia termica, genera mediamente 7000 MWh/anno di energia elettrica, della quale circa il 30-40% è autoconsumo dell'impianto (grafico 6.2), e la quota restante è ceduta alla rete elettrica, con la quale usufruisce degli incentivi statali.

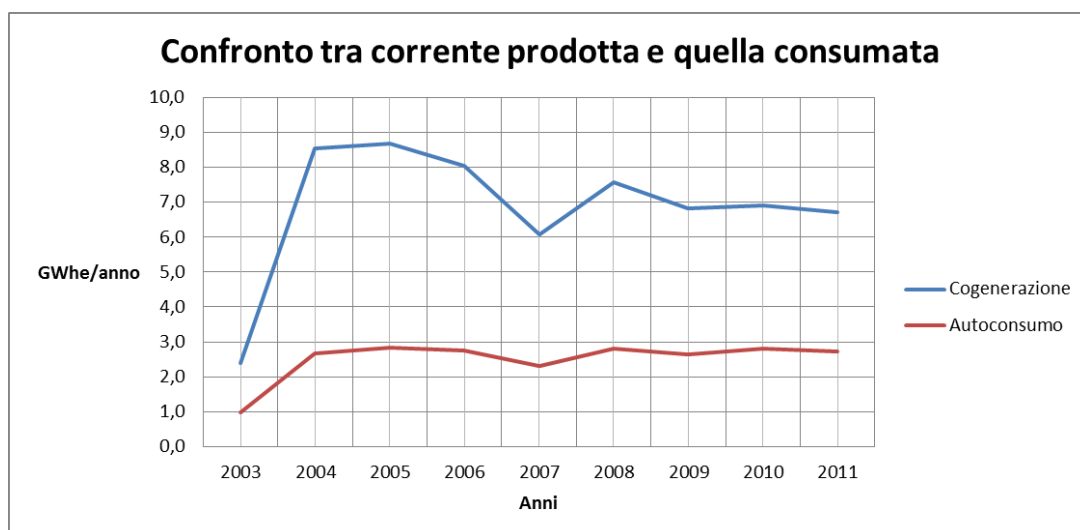



Grafico 6.2 - Confronto fra la corrente prodotta ed consumata all'interno dell'impianto negli anni in funzione. (Fonte: Impianto di Tirano).

Inoltre è presente un sistema di soccorso/integrazione affiancato al normale servizio dell'impianto composto da una caldaia alimentata a gasolio di potenza 6 MW.

Le caldaie ad acqua alimentate a biomassa sono del tipo a tubi di fumo con griglia mobile di combustione, a due stadi separati e a tempi di lavoro differenziati, regolata in base ai parametri di combustione e ai valori continuamente rilevati dai sensori presenti. Il sistema automatico di rifornimento, costituito da spintori idraulici (fig. 6.8) è comandato dalle logiche di caldaia e provvede ad inviare il combustibile dal silos di stoccaggio esterno (fig. 6.7) alla zona di caricamento del singolo generatore.

Figura 6.7 e 6.8 - Foto silos di alimentazione caldaie (sinistra) e sistema di spintori (destra).

Lo stato di funzionamento viene costantemente monitorato, ed un eventuale problema viene segnalato dalle logiche di caldaia all'operatore addetto. Il sistema di controllo regola anche l'ingresso di aria comburente, la cui quantità viene dosata in base ai valori misurati dalla sonda lambda[32], al fine di ottimizzare il consumo di combustibile e mantenere le emissioni entro i limiti stabiliti. Oltre a questi dispositivi è previsto anche un sistema di contabilizzazione del calore e un processo anticondensa per garantire la protezione del generatore dalla possibile formazione di condense in camera di combustione. La separazione del circuito caldaie dal circuito rete è realizzata tramite due scambiatori di calore acqua-acqua con potenza nominale pari a 8000 kW ciascuno e da uno scambiatore olio/acqua da 9300 kW, quest'ultimo attraverso due valvole motorizzate possono bypassare il gruppo cogenerativo e sfruttare il calore del fluido termo-vettore per riscaldare l'acqua della rete di teleriscaldamento. Normalmente lo scambiatore olio-acqua è chiuso, solo in giorni particolarmente freddi viene aperto al 35-40 % per impiegare l'energia posseduta dall'olio direttamente nella produzione di calore utile al teleriscaldamento.

Il grafico 6.3 mostra il trend sia di produzione di calore delle caldaie che il fabbisogno netto di calore da parte delle utenze (GWht/anno), ci da una chiara idea delle quantità di calore generate annualmente dall'impianto ed effettivamente quante ne vengono usate dalle utenze allacciate. Come mostrato fino al 2003 il divario tra le due funzioni era poca cosa, differenza imputata principalmente

[32] Sonda in grado di rilevare le concentrazioni di ossigeno nei gas di scarico, quindi la possibile presenza di combustibile incombusto nello scarico, causa non ottimale del rapporto di miscela (kg aria/kg combustibile) che ne limita l'efficienza di combustione.

alle piccole perdite di calore a cui è soggetta tutta la rete, dopo il 2003 con l'installazione della terza caldaia a d'olio diatermico, la differenza è aumentata di molto, stabilizzandosi e seguendo lo stesso trend dal 2005 in poi, infatti sia la curva rossa che quella verde hanno andamenti simili. Il calore in eccesso e quindi la differenza tra le due curve è sfruttato il più possibile dall'impianto di cogenerazione (fig. 6.9) per la produzione di corrente con aumento considerevole del rendimento totale della terza caldaia.

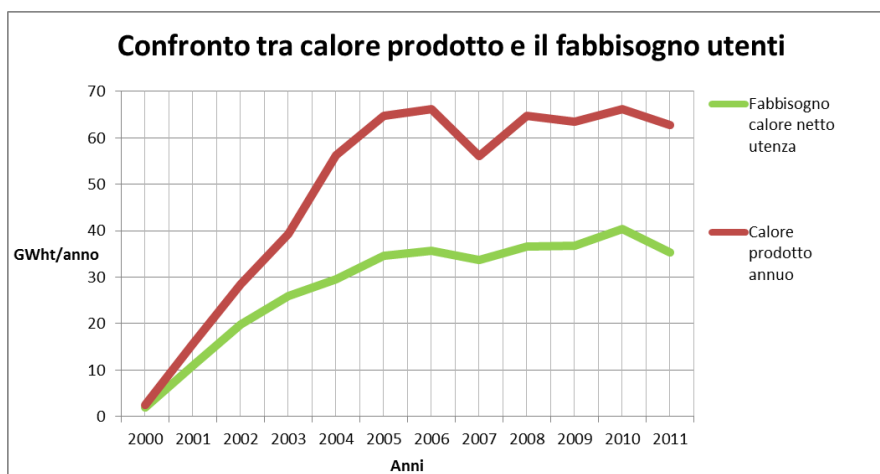



Grafico 6.3. Confronto tra calore prodotto e fabbisogno netto utenze.

SINTESI CARATTERISTICHE TECNICHE CALDAIE		
Potenza unitaria caldaie	MW	2 da 6 MW e 1 da 8 MW
Potenza complessiva impianto	MW	20
Potenza termica totale	MW	26
Potenza e tipologia caldaia di soccorso\integrazione	MW	6 MW- gasolio
Tipologie caldaie	KOLBACH gmbh- 2 da 6MW ad acqua e una 8 MW ad olio diatermico	
Rendimenti caldaie a acqua	η_{th} a pieno carico η medio stagionale	>85% >80%
Rendimento caldaia a olio diatermico	η_{th} a pieno carico η medio stagionale	>85 % >80%
Rendimento caldaia di soccorso\integrazione	η_{th} a pieno carico η medio stagionale	>90% >85%

Tabella 6.2. Tabella riassuntiva caratteristiche generali caldaie.

Potenza termica al circuito dell’acqua	KW	5115
Potenza elettrica netta nominale	KW	1100
Temperatura nominale olio diatermico	In: (C°) Out: (C°)	300 250
Temperatura nominale acqua	In: (C°) Out: (C°)	60 80

Figura 6.9 - Immagine sistema ORC installato e relativi dati tecnici.

6.3.2 Il circuito di rete

Diversi sistemi vanno a comporre questa parte impiantistica, i principali sono:

- pompaggio;
- filtrazione dell’acqua di ritorno della rete;
- recupero calore;
- espansione;
- controllo della temperatura di mandata del fluido.

Il sistema di pompaggio è formato da quattro pompe di rete la cui sequenza di funzionamento è comandata da un regolatore della pressione differenziale che regola gli inverter per garantire il servizio a qualsiasi carico. Il filtro è posto sulla tubazione di ritorno per proteggere gli organi impiantistici da eventuali residui dovuti a interventi di lavorazione o comunque presenti all’interno dei condotti. A valle del filtro è montato il contatore volumetrico per misurare la portata di rete. Il compito di recupero del calore è svolto da un economizzatore ed un condensatore in serie, il primo causa un forte abbattimento della temperatura dei fumi con conseguente recupero di calore ad elevato contenuto entalpico, mentre il condensatore, che in ingresso riceve l’acqua alla temperatura di ritorno della rete (circa 65°C), ha un campo di lavoro ben più ristretto ed è dotato di un

meccanismo indipendente di by-pass che permette di escluderlo, per mezzo di una valvola deviatrice, qualora non sia necessario il recupero di calore. Il sistema di espansione consente di mantenere pressoché costante la pressione dell'impianto nonostante le variazioni di volume causate dalle oscillazioni della temperatura. Il vaso di espansione pressurizzato, che assolve tale compito, mantiene pressione e livello costanti durante il funzionamento. Questo meccanismo può anche essere definito travaso, infatti il volume in eccesso che si ottiene in fase di riscaldamento, viene scaricato nel serbatoio di accumulo atmosferico, posto all'esterno dell'edificio, tramite un'elettrovalvola; in fase di raffreddamento due elettropompe richiamano l'acqua all'impianto. La pressurizzazione è ottenuta utilizzando azoto, il cui quantitativo nel vaso è regolato da due elettrovalvole, una per l'immissione e l'altra per lo scarico, che consente un funzionamento senza corrosione dell'acciaio. Il riempimento automatico permette il reintegro dell'azoto disciolto si nell'acqua per il recupero di pressione a causa del raffreddamento, mentre lo scarico automatico riequilibra la pressione nelle fasi di riscaldamento. La regolazione della temperatura di mandata in funzione dei gradi centigradi presenti all'esterno viene effettuata mediante un regolatore climatico che agisce a monte del sistema di recupero su una valvola a due vie posta tra la mandata e il ritorno. Nel 2010 vennero istallati all'esterno dell'edificio (fig. 6.10) due serbatoi di accumulo calore (da 130 mc ciascuno), per contribuire a coprire il picco di domanda di calore al mattino; infatti durante le ore notturne, quando la domanda di calore diminuisce, il calore prodotto dell'impianto viene stoccato nei serbatoi ed utilizzati la mattina seguente quando la domanda di calore ritorna a crescere. Durante la notte, le caldaie non possono lavorare a bassi carichi, causa mal funzionamento delle stesse, quindi data la bassa domanda di calore delle utenze, la maggior parte del calore verrebbe sprecato, grazie a questi serbatoi, il calore invece di essere dissipato viene immagazzinato per breve tempo ed riutilizzato, aumentando così il rendimento dell'impianto e dimostrando inoltre l'interesse da parte della società TCVVV di sperimentare nuovi progetti con l'intento di migliorare ed pubblicizzare le tecnologie per l'uso sostenibile delle biomasse, ancora poco conosciute a livello nazionale.

Figura 6.10 - Immagine serbatoi di accumulo.

6.3.3 La rete di distribuzione calore

Il sistema di distribuzione del calore che si sviluppa sul territorio comunale (fig. 6.11), è costituito da una rete di tubazioni di diametro decrescente in funzione del carico termico e su tutto il percorso è attivo un monitoraggio per il rilevamento di eventuali perdite d'acqua che segnala esattamente il luogo dell' eventuale guasto agli operatori in centrale.

Le sottostazioni di utenza sono dotate di uno scambiatore di calore a piastre che fornisce calore al circuito interno dell'abitazione prelevandolo dalla rete di distribuzione, ogni sottostazione è attrezzata con strumenti per la misura della portata e della temperatura di entrata e di uscita allo scambiatore ed è attivo di un sistema di regolazione gestito direttamente dalla sede centrale attraverso un collegamento informatizzato oltre alla gestione locale dell'impianto.

Figura 6.11 - Planimetria di Tirano con evidenziate le utenze allacciate e predisposte al teleriscaldamento (TCVVV).

Per ricevere i servizi offerti dalla centrale di teleriscaldamento, ogni singola utenza deve installare una sotto-centrale di dimensioni contenute, posizionata all'interno dei vecchi locali caldaia, dove vengono mantenute tutte le strumentazioni ed apparecchiature di distribuzione e controllo.

La sottostazione (fig. 6.12) è costituita da uno scambiatore di calore che fisicamente separa il circuito primario (teleriscaldamento) da quello secondario (utenza), da un misuratore di portata, da sensori di temperatura ingresso-uscita, da dispositivi di sicurezza e da sistemi di regolazione in relazione alle

esigenze dell'utenza. È possibile installare anche un impianto di produzione di acqua calda sanitaria tramite uno scambiatore a serpentina immerso in boiler ove richiesto. L'elemento fondamentale della sottostazione è costituito dallo scambiatore di calore del tipo a piastre saldo-brasate. All'interno di questo componente avviene il trasferimento di energia, sotto forma di calore, da un fluido più caldo a uno più freddo. Questa tipologia di scambiatore offre, tra i diversi vantaggi, una sensibile riduzione delle dimensioni a parità di calore scambiato. Esso è formato da un telaio costituito da due testate di chiusura e da un pacco piastre, queste ultime, realizzate tramite pressatura a freddo della lamiera, servono sia per separare i due fluidi in gioco sia come superfici di scambio termico. Ed è proprio per quest'ultima funzione che devono assolvere che sono dotate di corrugazioni che assicurano al fluido un'intensa turbolenza che porta ad un elevato coefficiente di scambio termico, ottimizzando le perdite di carico. Sono inoltre facili da pulire e flessibili rispetto alle modalità di funzionamento delle caldaie tradizionali.

Figura 6.12 - Esempio di sottostazione d'utenza installata presso il comune di Tirano.

Sviluppo della rete	m	32.286
Numero di utenze allacciate in funzione	N°	740
Potenza allacciata	MW	58,29
Popolazione servita	N°(stima)	7.080
Volumetria totale riscaldata	mc	1.962.700
Dislivello massimo della rete	m	70
Temperatura massima di mandata della rete	°C	92
Temperatura minima di ritorno della rete	°C	62
Pressione massima di esercizio	bar	15
Numero pompe di rete	N°	4
Portata massima d'acqua per pompa	mc/h	280
Diametro massimo delle rete	DN	350

Tabella 6.3 - Caratteristiche rete teleriscaldamento Tirano (fine 2012).

6.3.4 Linea fumi

La temperatura dei fumi in uscita dalle caldaie, ad acqua calda, al servizio della rete di teleriscaldamento è di circa 170 °C a pieno carico, mentre i fumi vengono emessi in atmosfera alla temperatura di 40-45 °C, dopo aver subito un abbattimento delle polveri con filtrazione meccanica a secco attraversando il multiciclone e filtro a maniche, successivamente i fumi passano nel condensatore dove vengono portati alla temperatura di condensazione eliminando l'acqua in eccesso per minimizzare la formazione della nuvola di vapore al camino (il pennacchio).

Per quanto riguarda invece la caldaia ad olio diatermico, la temperatura dei fumi in uscita è di circa 350 °C, molto più alta rispetto alle caldaie ad acqua, quindi sono stati previsti due stadi di recupero termico su economizzatori; successivamente i fumi vengono depurati dalle polveri attraverso un multiciclone ed un filtro elettrostatico e, al bisogno, sono inviati al condensatore per far fronte ai picchi di richiesta termica, infatti data la temperatura ancora elevata è possibile il recupero del 10 % della potenza termica bruciata. La caldaia ad olio diatermico è dotata del sistema di monitoraggio delle emissioni (SME) in quanto produttrice di energia elettrica, ma a seguito dell'introduzione del Decreto Legislativo 152 del 2006[33] dedicato alle norme in materia ambientale, è stato applicato pure alle caldaie ad acqua, che sono sfruttate per la sola produzione di calore. Questa apparecchiatura permette di monitorare costantemente tutti i punti di emissione della centrale con la registrazione dei seguenti inquinanti: CO, NO_X e polveri sottili. Quotidianamente viene stampato un report giornaliero nel quale si possono leggere le quantità, sotto forma di media oraria, degli inquinanti rilevati, così da rendere più semplice il controllo del rispetto dei limiti imposti dalle leggi vigenti da parte dell'organismo preposto a questa funzione che può accedere ai registri cartacei oppure a quelli elettronici. La tabella 6.4 confronta i livelli di emissioni delle caldaie con i livelli limite definiti dalla normativa ambientale vigente (D.lgs. n.152/2006), come si può vedere i livelli degli inquinanti sono ben al di sotto dei limiti.

Le polveri raccolte dai sistemi di filtraggio e le ceneri prodotte dalle caldaie vengono stoccate in container (figure 6.14 e 6.13) che successivamente sono trasportati fino ai luoghi di smaltimento, in quanto secondo il Testo Unico Ambientale (D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152), quest'ultime sono considerate a tutt'oggi un rifiuto speciale non pericoloso e quindi come tale devono essere smaltite in discarica, con costi che incidono sul bilancio finale.

[33] Allegato VI alla Parte V del D.Lgs 152/06.

Inquinanti	6<P≤20 (i) (livelli normativa)	6<P≤20 (ii)	6<P≤20 (iii)
Polveri totali	30	5,6	6
Carbonio organico totale (COT)	30	1,6	3,6
Monossido di carbonio (CO)	250	8,1	55,9
Ossidi di azoto (come NO_2)	400	225,1	203,3
Ossidi di zolfo (come SO_2)	200	2,1	4,65

(i) Valori limite delle emissioni per gli impianti a biomassa in mg/Nm^3, D.lgs. n.152/2006 Allegato I parte III – Misurazione giornaliera.
(ii) Valori delle emissioni medie di una caldaia di potenza nominale 12 MW termici collegata a rete di teleriscaldamento dotata di filtri a manica – misurazione media di 3 prelievi ogni ora.
(iii) Valori delle emissioni medie di una caldaia di potenza nominale 7 MW termici in assetto co-generativo (1 MWe) collegata a rete di teleriscaldamento dotata di elettrofiltri – misurazione media di 3 prelievi ogni ora.

Tabella 6.4- Confronto valori emissioni caldaie con livelli normativa (FIPER).

Figure 6.13 e 6.14 - Container ceneri caldaie (sinistra) e polveri derivanti dai filtri(destra).

6.3.5 Approvvigionamenti biomassa

Sono tre i principali mercati di approvvigionamento biomasse delle tre centrali Valtellinesi:

- Sottoprodotti di origine agro-forestale:
    - Manutenzione boschi;
    - Manutenzione fiumi;
    - Potature agricole;
    - Vinacce.
- Sottoprodotti industriali:
    - Avanzi segheria.
- Coltivazioni Dedicate:
    - Medium rotation forestry (pioppeti a 5 anni).

Tutte biomasse derivanti da filiera corta certificata, acquisita in un raggio massimo d'azione di 70 km, inoltre ogni privato può consegnare la propria biomassa all'impianto al posto di depositarla in discarica. La tabella 6.4 da una chiara visione delle quantità e qualità delle biomasse impiegate negli ultimi 2 anni dalle tre centrali.

Provenienza del legname	Anno 2011-2012		Anno 2012-2013	
	quintali	%	quintali	%
Bosco	250.739	51,7	255.598	50
Segherie	136.251	28,1	166.319	32,5
Medium Rotation	94.477	19,5	88.689	17,3
Potature	3.199	0,7	1.075	0,2
TOTALE	484.666	100	511.682	100

Tabella 6.4 - Evoluzione dell'approvvigionamento delle 3 centrali valtellinesi di teleriscaldamento di Tirano, Sondalo e Santa Caterina Valfurva (il periodo considerato è compreso tra il 1° ottobre ed il 30 settembre dell'anno successivo).

Data la contrazione di domanda del legname d'opera nazionale e quindi la riduzione dei cascami, le centrali hanno consolidato nel 2012 l'approvvigionamento verso il recupero della biomassa derivante dalla manutenzione dei boschi locali. In Valtellina, l'approvvigionamento da bosco ha raggiunto nel 2012-2013 la soglia del 50% del fabbisogno, rispetto ai valori registrati nel periodo 2007-2008 dove la situazione era completamente diversa, in quanto il contributo della biomassa da bosco era solo il 10,7 % e quello da segherie l'82,1% questo a testimonianza di un modello di gestione forestale attiva e produttiva che favorisce il presidio territoriale. Il grafico 6.3 mostra la variazione nel consumo di cippato nel periodo 2000/2011, nell'impianto di Tirano, il trend registrato mostra un aumento esponenziale nel consumo nei primi anni, grazie alla continua domanda di allacciamento degli utenti al teleriscaldamento e anche per l'aggiunta di una terza caldaia, fino a stabilizzarsi dopo il 2005, dove il valore ha subito poche variazioni, dovute principalmente a manutenzioni straordinarie caldaie, variazioni stagionali e problemi di vario tipo ai sistemi.

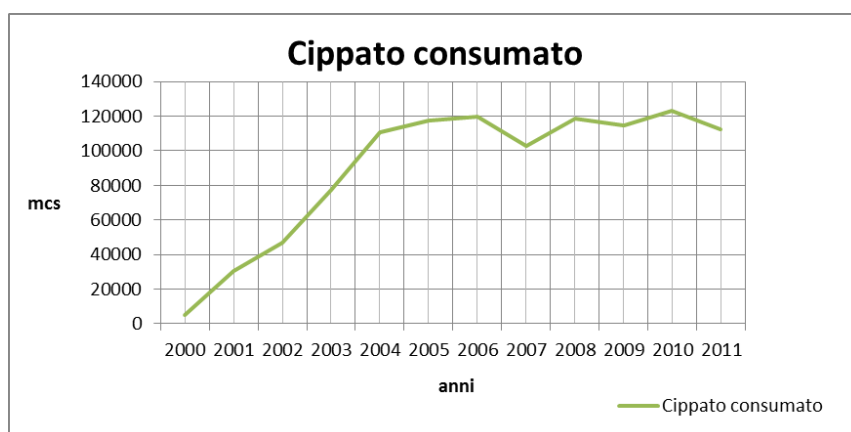



Grafico 6.3 - Grafico consumo di cippato (mcs) per anno Impianto Tirano.

Per quanto riguarda il prezzo del cippato, nel 2012 ha registrato una leggero ribasso, visto l'inverno piuttosto mite. Nel 2013 invece ha subito un incremento del 15-20%, in relazione all'aumento della domanda dei diversi utilizzatori di questo materiale. Di seguito sono riportati le tabelle con l'andamento dei prezzi del cippato secondo la Commissione prezzi all'ingrosso dei biocombustibili della Camera di Commercio Milano nel periodo 2009-2013.

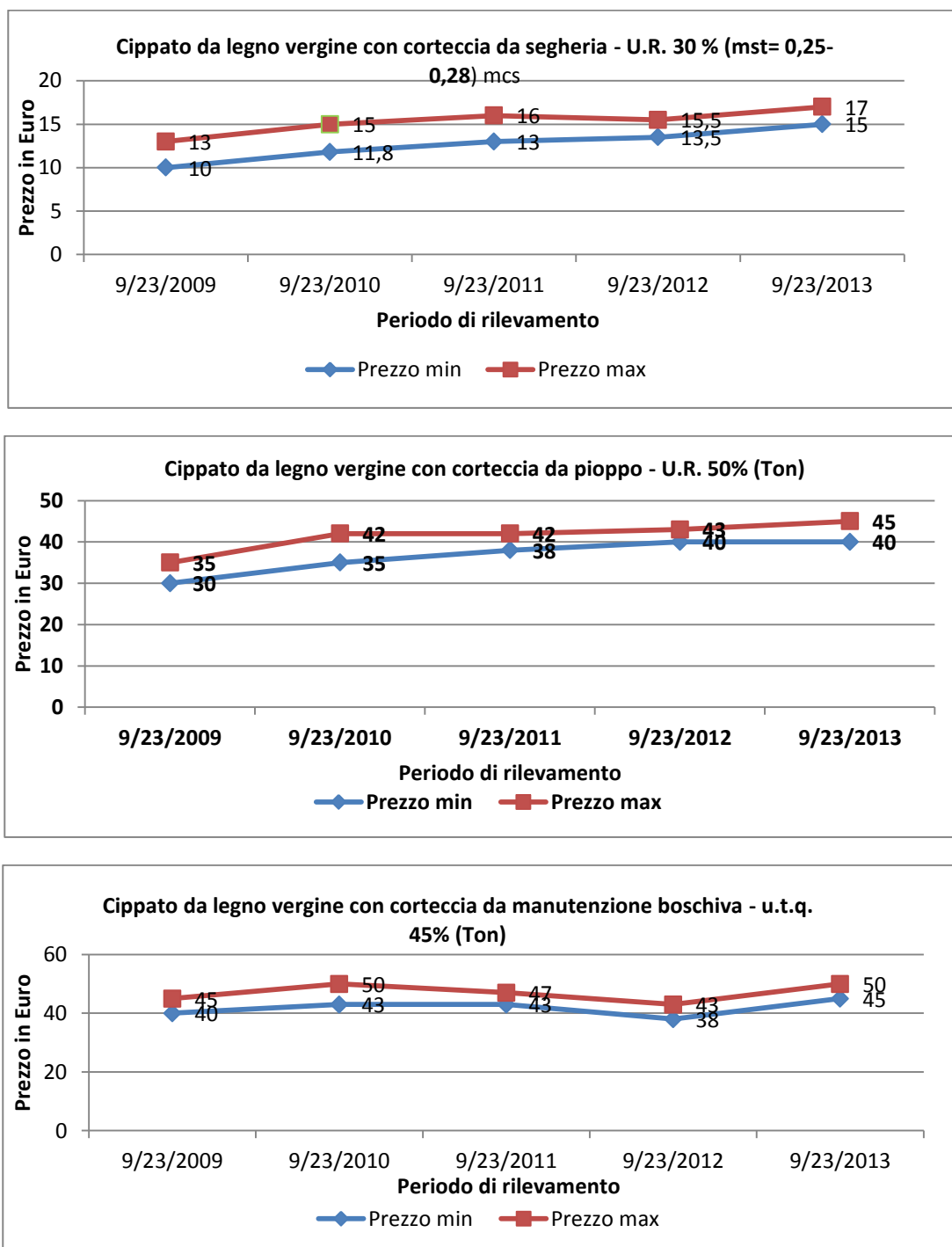



Grafico 6.4 - Trend prezzo cippato per categorie (Fonte: Camera di Commercio Milano)

In fine è interessante mostrare anche le analisi chimiche e fisiche condotte su 23 campioni (lavoro compiuto dalla TCVVV in collaborazione con l'Università Politecnica delle Marche e SIBE S.r.l.),

ognuno associato ad un diverso fornitore che ha conferito biomassa all'impianto di Tirano nel periodo di aprile 2008, importanti in quanto ci danno delle informazioni sulla qualità media del combustibile utilizzato dall'impianto di teleriscaldamento di Tirano.

Parametro Misurato (1)	Numero campioni analizzati	Valori Medi	Coefficiente Variabilità(2)	Valore Minimo	Valore Massimo	Valori di riferimento (3)	Limite Massimo(4)
Analisi riferita al campione come ricevuto							
Umidità (%)	23	44,9	20,3	24,6	58,3	Non previsto	
PCN (kJ/kg)	23	9067	20,7	6328	13406	Non previsto	
Analisi riferita al campione secco							
Ceneri (%)	23	2,1	146,7	0,4	14,1	0,5 – 2,35	
PCS (kJ/kg)	23	19721	1,9	18386	20282	19,5 – 20,8	
PCI (kJ/kg)	23	18452	2,0	17212	19001	18,5 – 19,8	
Carbonio (%)	23	50,0	3,6	46,9	54,1	47 -54	
Idrogeno (%)	23	6,0	4,0	5,5	6,6	5,6 – 7,0	
Azoto (%)	23	0,3	89,6	0,1	1,0	0,1– 0,5	
Zolfo (%)	23	0,0	91,0	0,0	0,1	0,01 – 0,05	0,6
Ossigeno (%)	23	41,6	7,6	32,4	46,3	40 - 45	
Cloro (%)	23	0,0	58,8	0,0	0,1	< 0,01 – 0,03	0,9
Piombo (ppm)	23	4,0	32,0	2,1	8,3	< 0,5 – 10	200
Cromo (ppm)	23	1,4	178,0	0,4	10,6	0,2 – 10	100
Rame (ppm)	23	8,6	139,8	1,1	51,5	0,5 – 10	300
Manganese (ppm)	23	104,7	62,1	25,7	294,8	83	400
Nichel (ppm)	23	2,6	70,2	1,3	9,7	< 0,1 – 10	40
Arsenico (ppm)	23	0,5	82,1	0,0	1,5	< 0,1 – 1,0	9
Cadmio (ppm)	23	0,5	23,3	0,3	0,8	< 0,05 – 0,50	7(5)
Mercurio (ppm)	23	0,1	27,8	0,1	0,2	< 0,02 – 0,05	7(5)
Sodio (ppm)	23	140,3	137,9	3,9	729,7	10 - 200	
Potassio (ppm)	23	1682	105,78	519	8194	500 - 1500	
Coefficiente I	23	0,1743	101,74	0,05	0,83	Non previsto	

(1) Le analisi dei singoli parametri sono effettuate seguendo le normative tecniche CEN in materia
(2) Il coefficiente di variabilità misura la variabilità del dato tra i diversi campioni analizzati;
(3) Tutti i valori riportati in questa colonna fanno riferimento all'allegato C – tabelle C.1 e C.3 della norma CEN/TS 1496, ad eccezione del valore delle ceneri che risulta dal calcolo statistico dei dati storici delle analisi di lungo periodo condotte su materiali SRF fusti e ramaglie. La norma CEN/TS 1496 è relativa alle specifiche tecniche dei combustibili "Solid biofuel – Fuel specifications and classes" ed in particolare ai valori per la biomassa legnosa vergine.
(4) Si considerano limiti massimi per le centrali TCVVV i valori riportati nel DM 05/02/98 Allegato 2 Suballegato 1 "Norme tecniche per l'utilizzazione dei rifiuti non pericolosi come combustibili - Combustibile ottenuto da rifiuto" .Tale decreto rappresenta il decreto applicativo del D,lgs 22 del 5/2/97 "Decreto Ronchi".
(5)= Cd + Hg max 7 ppm.

Grafico 6.5 - Caratteristiche fisiche e chimiche dei campioni di cippato consegnate all'impianto.

Le caratteristiche fondamentali per la biomassa, come già accennato nei primi capitoli, sono il potere calorifico e l'umidità, quest'ultima condiziona considerevolmente la prima; i valori medi riscontrati

sono: 44,9 % di umidità e 9.067 kJ/kg (2,519 kWh/kg) il potere calorifico netto (PCN), quest'ultimo inferiore ai valori di teoria, pari a 3,4 kWh/kg (U 30%), a causa dei valori alti di umidità.

Le analisi effettuate sui metalli pesanti (Pb, Cr, Cu, Ni), mostrano risultati di gran lunga inferiori ai limi massimi, confermando l'assenza di materiali estranei e pericolosi nelle biomasse o con valori significativamente superiori a quelli comunemente riscontrati in questi materiali.

Capitolo 7
Analisi SWOT: Filiera legno-energia a Tirano (SO).

L'analisi SWOT è un'analisi di supporto alle scelte che risponde ad un'esigenza di razionalizzazione dei processi decisionali. Si basa su una matrice divisa in quattro campi, dedicati rispettivamente ai punti di forza (Strengths) e di debolezza (Weaknesses), alle opportunità (Opportunities) e alle minacce (Threats). È una tecnica sviluppata da più di 50 anni come supporto alla definizione di strategie aziendali in contesti caratterizzati da incertezza e forte competitività. A partire dagli anni '80 è stata utilizzata come supporto alle scelte di intervento pubblico per analizzare scenari alternativi di sviluppo. Oggi l'uso di questa tecnica è stato esteso alle diagnosi territoriali ed alla valutazione di programmi regionali. La SWOT analysis è utile per prendere decisioni su quali sono i punti di forza su cui puntare, o i punti deboli su cui intervenire, e su quali sono le minacce che possono essere trasformate in opportunità, costringendo ad analizzare il problema da quattro punti di vista diversi e contrastanti. È un modo efficace di identificare i punti di forza e di debolezza, e di esaminare le Opportunità e le Minacce a cui fare fronte in un progetto o piano aziendale; aiutando a focalizzare le attività nelle aree in cui vi sono i punti di forza e dove risiedono maggiori opportunità. Nella pratica questo tipo di studio è un procedimento logico, originalmente utilizzato in economia aziendale e poi applicato negli altri ambiti, che consente di rendere sistematiche e fruibili le informazioni raccolte circa un tema specifico, in questo caso sarà la filiera legno-energia nel Comune di Tirano. L'analisi SWOT consente inoltre di distinguere i fattori esogeni da quelli endogeni; infatti i punti di forza e di debolezza sono da considerarsi fattori endogeni mentre rischi e opportunità fattori esogeni. I fattori endogeni sono tutte quelle variabili che fanno parte integrante del sistema sulle quali è possibile intervenire, i fattori esogeni invece sono quelle variabili esterne al sistema che possono però condizionarlo, su di esse non è possibile intervenire direttamente ma è necessario tenerle sotto controllo in modo da sfruttare gli eventi positivi e prevenire quelli negativi. Per rendere più agevole tale lettura i risultati dell'analisi vengono presentati in forma sintetica in un diagramma e poi descritti a parte più diffusamente. Si cerca, quindi, di far emergere gli elementi in grado di favorire o ostacolare lo sviluppo di un piano o il raggiungimento degli obiettivi previsti. Lo scopo dell'analisi è dunque quello di fornire le opportunità di sviluppo dell'area territoriale, attraverso la valorizzazione degli elementi di forza e da un contenimento delle debolezze. I vantaggi dell'analisi SWOT sono molteplici: l'analisi in profondità del contesto orienta nella definizione delle strategie; la verifica di corrispondenza tra strategia e fabbisogni consente di migliorare l'efficacia; consente di raggiungere un consenso sulle strategie (se partecipano all'analisi tutte le parti coinvolte dall'intervento) e flessibilità. Altrettanti sono gli svantaggi: rischio di procedure soggettive da parte del team di valutazione nella selezione delle azioni; può descrivere la realtà in maniera troppo

semplicistica; se non viene attuata in un contesto di partnership esiste il rischio di scollamento tra piano scientifico e politico pragmatico (Storti D.[34]).

Nelle prossime pagine verranno elencati i vari punti (endogeni ed esogeni), riguardanti la filiera legno-energia nel comune di Tirano, successivamente verranno raccolte in una matrice ed evidenziate le varie categorie, in fine commentate e valorizzate attraverso opinioni, acquisite dalle interviste fatte ai soggetti protagonisti nei vari livelli della filiera.

7.1 Punti di forza

Approvvigionamento biomassa :

- presenza sul territorio di ampie aree boscate, in continuo aumento; nella sola provincia di Sondrio si hanno 114.873 ha di bosco, inoltre l'impianto è vicino alla Svizzera e ai boschi della provincia di Brescia;
- ampia scelta di materia prima proveniente da varie fonti: manutenzione boschiva, scarti dall'agricoltura e dall'industria e pulizia alvei;
- numerose segherie e mobilifici nella valle con produzioni importanti di scarti di legno vergine;
- presenza di numerosissimi vigneti e meleti, presenti in tutta la valle con produzioni di scarti da potature interessanti;
- recupero campi e pascoli abbandonati con coltivazioni energetiche dedicate come pioppeti (medium rotation forestry);
- legname ricavato da operazioni di lotta a parassiti e patogeni, in quanto il materiale ricavato ha come unico uso possibile la combustione, per l'eliminazione dell'infestazione.
- evoluzione tecnologie per la semplificazione delle varie fasi nella raccolta, ampia presenza sul mercato di macchine sempre più potenti e versatili, in grado di lavorare anche in situazione improbabili fino a qualche tempo fa;
- presenza sul territorio di specie vegetali ad alto potere calorifico come l'abete rosso (PCI 18,8 MJ/kg).

Ambiente :

- riduzione inquinamento dell'aria nel comune di Tirano, grazie alla sostituzione delle caldaie a combustibile fossile di più di 700 utenze con gli scambiatori di calore del teleriscaldamento e la chiusura di un migliaio di caminetti;

[34] Storti, D. (2009), L'analisi Swot, Istituto Nazionale di Economia Agraria.

- aumento delle attività di controllo e manutenzione dei boschi, sempre più vecchi e carichi di biomassa, con importanti benefici sia nella riduzione del rischio di dissesti idrogeologici che per gli incendi;
- diminuzione CO_2 immesse annualmente in atmosfera, in quanto l'anidride carbonica immessa dalla combustione controllata della biomassa lignocellulosica viene nuovamente fissata nelle piante (CO_2 free);
- minor dipendenza da combustibili fossili ed uso di combustibili biologici (cippato), puliti e rinnovabili, abbondanti sul territorio e non trattati chimicamente;
- monitoraggio continuo fumi centrale di teleriscaldamento, con valori al di sotto delle norme nazionali;
- recupero di materiale lignocellulosico destinato a marcire nei boschi, bruciati a bordo campo o stoccati nelle discariche ed loro valorizzazione tramite produzione di calore.

Economia:

- valorizzazione del legno locale ed impulso per la rinascita del settore boschivo, con aumento dei posti di lavoro nella filiera;
- sviluppo dell'economia locale grazie ai settori influenzati direttamente ed indirettamente dalla filiera bosco-energia;
- aiuti finanziari da programmi europei/nazionali lungo tutta la filiera; ad esempi fondi per l'acquisto di mezzi più efficienti come trattori e attrezzi;
- aumento del turismo grazie alla riscoperta del bosco, come area di svago e relax, della miglior qualità dell'aria e del paesaggio;
- nascita del turismo tecnologico, legato alla presenza dell'impianto di teleriscaldamento che grazie alla sua continua evoluzione tecnologica richiama da tutto il mondo delegazioni e comitati interessati;
- utilizzo da parte dell'impianto di teleriscaldamento dei sottoprodotti originati dalle varie aziende locali agricole e segherie, con interessanti risparmi di costi per lo smaltimento di quest'ultimi;
- diminuzione delle bollette del riscaldamento delle case con importanti benefici economici per gli utenti (es. la differenza tra costi teleriscaldamento e caldaia a gasolio in un appartamento di 80 mq a Tirano, secondo uno studio della TCVVV, consente risparmi medi di circa 850 euro l'anno) e conseguente aumento del potere d'acquisto dei cittadini;
- risparmi sulla bolletta dell'energia elettrica, grazie all'eliminazione dei boiler installati in ogni appartamento;
- aumento dell'occupazione locale, soprattutto per i giovani, lungo tutta la filiera;
- nascita di un nuovo mercato in Italia relativo all'acquisto delle ramaglie, scarti attività manutenzione boschiva che non avendo un mercato, prima della loro valorizzazione ottenuta

grazie alle grandi caldaie delle centrali a biomassa, venivano abbandonate localmente o bruciate in loco.

Comunità:

- miglioramento della qualità della vita, grazie al minor inquinamento dell'aria, minor prezzo del riscaldamento ed riscoperta attività ricreative nei boschi puliti;
- aumento sicurezza all'interno delle case: per gli utenti allacciati al teleriscaldamento non ci sono perdite di gas o CO da caldaie e stufe mal funzionanti e inoltre nessun pericolo di incendio;
- non ci sono costi di manutenzione per le caldaie, stufe, camini e canne fumarie, in quanto gli scambiatori di calore possiedono semplici sistemi che in caso di mal funzionamento sono prontamente riparabili dagli addetti dell'impianto di teleriscaldamento;
- grazie all'impianto termico a biomasse di Tirano, la cittadina ha conosciuto una notorietà internazionale, grazie a riconoscimenti come comune a basso inquinamento ed a bassa dipendenza da combustibili fossili;
- diversificazione e sicurezza di approvvigionamento per le fonti energetiche sia termiche che elettriche nella cittadina; infatti l'impianto oltre a servire più del 70 % della popolazione per il riscaldamento, produce corrente elettrica tramite cogenerazione (i primi in Italia come uso biomasse) e fotovoltaico (tra i primi comuni in Italia con potenza superiore ai 50 kW);
- valorizzazione dei prodotti e della manodopera locale in tutta la filiera, aumento delle qualifiche tecniche degli operatori locali (corsi in sicurezza e qualifiche tecniche europee per i gli addetti nel settore boschivo);
- alto confort del teleriscaldamento dato dall'assenza di odori e alla riduzione delle manovre per i continui caricamenti delle stufe e camini;
- ampi consensi da parte degli utenti del teleriscaldamento, secondo un questionario realizzato dalla TCVVV sui tre impianti, di circa 3.130 utenti su 6.654 che hanno risposto, circa il 95 % ha espresso pareri positivo in merito ai servizi;
- riscoperta dell'importanza del bosco nelle comunità montane, cultura quasi dimenticata a causa dell'uso massiccio di combustibili per il riscaldamento nella valle.

Trasporto biomassa:

- il cippato è semplice da stoccare e da trasportare ed adattabile a qualsiasi mezzo dotato di motrice e grazie alla versatilità delle cippatrici può essere prodotto ovunque si abbia l'esigenza e scaricato direttamente nei mezzi di trasporto;
- la biomassa usata dall'impianto di teleriscaldamento di Tirano è certificata da filiera corta, quindi derivante da una distanza massima di 70 km;
- aumento delle aziende di trasporto che acquistano biomassa legnosa e la vendono all'impianto.

Impianto di teleriscaldamento :

- uso di caldaie ad alta efficienza e sistemi di controllo automatizzati, con produzione di calore e cogenerazione che permettono di sfruttare al meglio il combustibile usato;
- sistemi di controllo emissioni moderni, in grado di abbattere polveri, recuperare calore dai fumi aumentando la resa delle caldaie, controllo fenomeni di pennacchio ed emissioni di gas;
- presenza di innumerevoli sistemi di sicurezza per garantire sempre il servizio dell'impianto (es. pompe ausiliari, sistemi di sicurezza caldaie, sistemi antincendio ecc..);
- continui investimenti da parte della TCVVV S.p.a. in tecnologie moderne e pioniere in Italia per il miglioramento ed efficienza nell'uso delle biomasse;
- l'impianto di Tirano collabora costantemente con aziende italiane leader in Europa nel settore della costruzione/logistica/ generazione di energia elettrica/termica (es. Turboden);
- trasparenza nei dati dell'impianto sia di bilancio che dei dati annui di produzione, facilmente accessibili tramite il sito internet della TCVVV S.p.a.
- costi di gestione impianti annui bassi;
- produzione di energia elettrica in cogenerazione;
- presenza di una caldaia ausiliaria di emergenza con tempi molto rapidi di accensione, in grado di attivarsi tempestivamente senza l'interruzione del servizio e funzionando solo per il periodo necessario alla manutenzione straordinaria della caldaia guasta.

7.2 Punti di debolezza

Approvvigionamento biomassa :

- elevata frammentazione della proprietà boschiva, la maggior parte dei boschi attorno a Tirano è privata e spesso risulta difficile risalire ai proprietari o collaborare con loro;
- difficoltà nell'accessibilità delle zone boscate a causa dell' acclività e da stradine battute interne percorribili soltanto da piccoli mezzi
- alti costi uso e noleggio macchinari e addetti per le operazioni di manutenzione boschiva, alti costi carburante mezzi;
- limitate capacità di prelievo risorse boschive causa aree protette e problemi di programmazione;
- banche dati, regionale e locale sulle risorse boschive, povere e piene di lacune;
- possibile impatto negativo sulla diversificazione vegetative, da coltivazione colture energetiche sul territorio;
- la produzione forestale va sostenuta, necessità di continui investimenti in ripopolamenti specie vegetative;

- qualità della biomassa disomogenea, date le varie fonti di approvvigionamento, il combustibile presenta caratteristiche chimiche e fisiche molto diverse tra loro;
- l'attuale normativa nazionale definisce i prodotti derivanti dalla manutenzione del verde pubblico come rifiuti e quindi non destinabili all'uso nell'impianto; causando sia mancata valorizzazione energetica degli scarti sia un costo di smaltimento non indifferente per la collettività;
- troppi enti che gestiscono il patrimonio boschivo, troppa burocrazia che allungano i tempi per l'uso della risorsa, confusione normativa e poco controllo della forestale sui boschi; tutti elementi che concorrono alla situazione attuale di confusione e difficoltà nell'uso della risorsa.

Ambiente:

- Movimentazione mezzi per spostamento biomasse e produzione di rumore;
- mancanza di informazione corretta relativamente all'inquinamento delle biomasse legnose;
- poco controllo dello stato sulla salute dei nostri boschi, alle guardie forestali vengono assegnati anche compiti esterni alla loro competenza come: gestione traffico e controlli civili, sottraendo risorse importanti per il controllo e la gestione del patrimonio boschivo.

Economia:

- Mercato Italiano focalizzato più verso le importazioni di legname: l'Italia è il primo importatore al mondo di legna da ardere, infatti costa di meno importarlo dai paesi come la Svizzera, Austria, Germania, Slovenia, dove la polita boschiva valorizza molto questo settore, rispetto a estrarlo dai nostri boschi;
- presenza sul territorio di imprese piccole e poco attrezzate per alti volumi di produzione di biomassa, le grandi imprese sono presenti oltre il confine in Svizzera;
- distorsione di mercato nel prezzo del cippato dato dal riconoscimento di incentivi solo alla produzione elettrica;
- gli alti costi di manutenzione boschiva pesano di più sulle piccole imprese che dispongono di poca meccanizzazione;
- dato gli alti costi dei macchinari impiegati sia per la produzione, trasporto e uso della biomassa, i tempi di ammortamento degli investimenti risultano lunghi;
- scarsa informazione sulle possibilità di finanziamento agevolato per la filiera bosco-energia;
- aggressività delle grosse imprese che coprono gran parte della filiera, approvvigionamento biomassa legnosa, trasporto e la vendita ai consumatori finali, verso i piccoli imprenditori locali poco attrezzati e con pochi capitali.

Comunità:

- disinformazione di parte della popolazione sui vantaggi reali di teleriscaldamento e cogenerazione;
- mentalità spesso chiusa e testarda sia da parte dei proprietari dei boschi privati che sono ancora restii alla pulizia dei propri boschi, lasciandoli in stato di abbandono, sia delle utenze che non hanno aderito al teleriscaldamento preferendo il tradizionale riscaldamento;
- possibili disagi alla circolazione in città per opere di ampliamento della rete di distribuzione del calore;
- aumento del traffico pesante sulle strade principali che collegano all'impianto di utilizzo.

Trasporto biomassa:

- aumento costo di trasporto della biomassa presso trasformatore finale;
- il costo del carburante e quindi le distanze percorsa dalla biomassa incidono principalmente sui costi finali.

Impianto di teleriscaldamento:

- il teleriscaldamento è conveniente soprattutto nei comuni non metanizzati o isolati e a forte uso di gasolio e Gpl per il riscaldamento, con grandi quantità di biomassa legnosa sul territorio e difficilmente realizzabili nei comuni metanizzati anche se i costi sono paragonabili;
- dispersione termica nella rete, data la grande superficie riscaldata (1.959.111 m^3 nel 2011);
- alti costi iniziali per impianti e rete di distribuzione del calore, l'impianto di Tirano è costato complessivamente 23 milioni di euro;
- mancanza nella normativa italiana di una chiara definizione sulla natura del servizio di teleriscaldamento;
- necessità di approvvigionamento continuo di biomassa con poche impurità.

7.3 Opportunità

Approvvigionamento biomassa :

- continuo aumento annuo delle superfici boschive nella provincia;
- contributo della agricoltura e industria del legname per la valorizzazione dei loro scarti;
- promozione miscele di sottoprodotti di origine agro-forestale;
- gestione alvei/argini fluviali, torrenti e canali irrigui per approvvigionamento biomassa a fini energetici;
- disponibilità di aree svantaggiate da convertire in bacini produttivi, presenza di aree colpite da incendi o abbandonate;
- aumento incentivi comunitari per la produzione di colture energetiche;

- continuo sviluppo tecnologico per le macchine impiegate nelle fasi di approvvigionamento, con rendimenti sempre più alti e minor consumi.

Ambiente :

- valorizzazione ambientale dei boschi (multifunzionalità dei boschi);
- controllo e diminuzione degli incendi;
- rifugio fauna e biodiversità;
- miglior deflusso idrico e miglior utilizzo del suolo (mantenimento fertilità, struttura e sostanza organica).

Economia:

- valorizzazione economica dei servizi resi dall'ambiente forestale e a tutti i settori interessati dalla filiera legno-energia;
- impiego come ammendanti organici delle ceneri, togliendole come voci di costo dal bilancio dell'impianto; vi sono ancora degli studi in atto.
- contributo all'agricoltura e all'industria del legname valorizzando i loro scarti;
- possibile ruolo dell'agricoltura-foresta come sink di carbonio nel mercato delle quote;
- meccanizzazione delle fasi di approvvigionamento della biomassa legnosa nei boschi con aumenti e rafforzamento delle prospettive per le imprese locali;
- ottimizzazione energetica degli edifici allacciati alla rete, con possibilità di ulteriore risparmio di energia e incoraggiamento settore edilizio per realizzazione e/o coibentazione degli edifici;
- la centrale di teleriscaldamento di tirano utilizzata come centro dimostrativo sull'uso sostenibile della biomassa legnosa locale, è utile nel sensibilizzare gli stakeholder[35], i decision-maker[36] e gli abitanti della regione. La focalizzazione sul risparmio e sull'efficienza comporta anche risparmi finanziari che possono essere reinvestiti in altri progetti di energia sostenibile.
- conferma finanziamenti all'agricoltura e al settore forestale da parte dell'Unione Europea tramite il i PSR 2014-2020 che prevede inoltre l'aumento del 15/20 % dei finanziamenti per le comunità montane.

Comunità:

- contribuire agli obiettivi nazionali (pacchetto clima 20-20-20);
- migliore comunicazione e cooperazione locale nella gestione delle risorse territoriali, i singoli privati collaborano a consegnare le proprie potatore, i proprietari di boschi cedono il proprio legname ecc.;

---

[35] Soggetto (o un gruppo di soggetti) influente nei confronti di un'iniziativa economica, sia essa un'azienda o un progetto.

[36] Persone investite del potere decisionale, come: responsabili, presidenti, cariche politiche ecc...

- una maggiore consapevolezza sulle questioni ambientali, molte delle utenze collegate alla rete di teleriscaldamento ha compreso che la caldaia tradizionale e il camino inquinano;
- riscoperta dell'uso e valorizzazione dei boschi da parte delle nuove generazioni che vedono questa risorsa, abbandonata dalla vecchia generazione, come una possibilità concreta di lavoro.

Trasporto biomassa:

- sistemazione strade di montagna e miglioramento delle strade interne, per meglio attingere alla risorsa.

Impianto di teleriscaldamento:

- continua domanda di adesione al teleriscaldamento e installazione di scambiatori di calore.

7.4 Minacce

Approvvigionamento biomassa:

- aumento intensità e frequenza delle calamità naturali (eventi metereologici, instabilità suoli, fitopatologie e incendi) che influenzano direttamente e indirettamente la filiera di approvvigionamento;
- mancanza di una politica forestale nazionale chiara, stabile e di lungo periodo;
- l'abbandono dei boschi, coltivati e gestiti dall'uomo in passato, provoca un forte rischio di instabilità che può sfociare in fenomeni franosi e alti rischi di incendi;
- continui rincari nel prezzo del combustibile per trattori e mezzi usati per la produzione di cippato;
- prezzo del cippato in forte variazione, dato l'uso spesso speculativo in impianti a forte incentivazione statale come quelli per la sola produzione di energia elettrica;
- molti coltivatori continuano a bruciare le potature ai bordi dei campi, nonostante vi sia il divieto di bruciarle, ciò è causato dalla continua deroga da parte della regione Lombardia verso i proprietari di terreni situati lontani dalle strade principali.

Ambiente:

- depauperamento delle risorse boschive, dovute ai prelievi eccessivi di biomassa legnosa;
- rischio idrogeologico soprattutto nelle zone scoscese dove gli alberi stabilizzano gli strati superficiali di terreno;
- possibile influenza sulla stabilità del suolo dovuta alla realizzazione di percorsi boschivi non stabilizzati con le opportune pratiche di ingegneria naturalistica.

Economia:

- alta concorrenza dei prodotti legnosi provenienti dall'estero (Svizzera, Austria e Slovenia), che spesso risultano più economici rispetto alla legna estratta dai nostri boschi;

- concorrenza con l'industria del mobile che utilizza grandi quantità di cippato per la produzione di pannelli di truciolato.

Comunità:

- abbandono comunità montane, con riduzione del presidio locale sui boschi;
- aumento bollette del teleriscaldamento;
- possibile aumento disagi per traffico pesante e opere di manutenzione della rete;
- attrito con organi politici locali per incongruenze sulla definizione del servizio di teleriscaldamento; forte incertezza da parte della normativa sulla questione se il servizio, fornito dalle centrali di teleriscaldamento, sia pubblico o privato.

Trasporto biomassa:

- continui aumenti costi gasolio per i mezzi di trasporto.

Impianto di teleriscaldamento:

- incidenti e interruzioni di servizio;
- possibile difficoltà dell'approvvigionamento del combustibile.

7.5 Matrice analisi SWOT

SETTORI FILIERA	PUNTI DI FORZA	PUNTI DI DEBOLEZZA
Approvvigionamento biomassa	Ampie superficie boschive; ampia scelta di biomassa derivante da varie fonti; numerose segherie; numerosi vigneti e meleti; recupero campi abbandonati con MRF; ricavo di legname da operazioni di lotta a parassiti e patogeni vari; evoluzione continua di sistemi per le operazioni di manutenzione boschiva; presenza sul territorio di specie vegetali ad alto PCI.	Elevata frammentazione della proprietà boschiva; difficoltà nell'accessibilità delle zone boschive; alti costi per manutenzione boschiva; limitate capacità di prelievo legname; banche dati fonti legnose povere; possibile impatto sulla diversificazione vegetale; sostenimento produzione forestale; qualità biomassa disomogenea; mancato riconoscimento dei prodotti da manutenzione verde civile; troppi enti per gestione forestale, troppa burocrazia e poco controllo della risorsa boschiva da parte dello Stato.
	Riduzione inquinamento aria;	Aumento rumorosità; emissioni macchinari per la movimentazione

Ambiente	aumento controllo boschi; diminuzione anidride carbonica immessa; minor dipendenza da combustibili fossili; monitoraggio fumi; valorizzazione materiale legnoso di scarto.	biomassa; mancanza di informazioni relative all'inquinamento prodotto da biomasse legnose; poco controllo dello stato sulla salute dei nostri boschi.
Economia	Valorizzazione economica legno locale; sviluppo economia locale; aiuti finanziari europei/nazionali; aumento turismo; nascita turismo tecnologico; risparmi su smaltimento scarti legnosi; riduzione bollette riscaldamento e corrente; aumento numero posti di lavoro; nascita del mercato delle ramaglie.	Mercato italiano focalizzato più verso l'importazione di legname; presenza di piccole imprese boschive poco attrezzate; distorsione mercato cippato per errata forma di incentivazione della risorsa; tempi ammortamenti investimenti alti; scarsa informazione sui gli aiuti finanziari; aggressività delle grosse aziende di estrazione e vendita legname, verso quelle piccole locali.
Comunità	Miglioramento qualità della vita; aumento sicurezza nelle case; nessun costo di manutenzione per gli utenti; aumento notorietà cittadina; diversificazione e sicurezza delle fonti energetiche; valorizzazione prodotti e manodopera locale; alto confort del teleriscaldamento; ampi consensi da parte della cittadina; riscoperta del bosco.	Disinformazione sui reali vantaggi del teleriscaldamento; mentalità spesso chiusa e testarda; disagi per lavori alla rete di distribuzione calore; disagi per aumento traffico pesante.
Trasporto biomassa	Semplicità di stoccaggio e trasporto del cippato; certificazione filiera corta; aumento aziende nel trasporto di biomassa.	Aumento costi di trasporto; costo carburante incide tanto sui costi.
Impianto di	Caldaie automatizzate e ad alte prestazioni; sistemi di controllo	Teleriscaldamento conveniente principalmente per comuni non

teleriscaldamento	emissioni moderni; presenza di sistemi di emergenza; continui investimenti tecnologici; collaborazioni con aziende italiane leader nei settori energetici; trasparenza e semplicità nella consultazione dati impianto; costi di gestione impianti bassi; cogenerazione; caldaia ausiliaria con brevi tempi di accensione.	metanizzati; dispersione termica nella rete di distribuzione; alti investimenti iniziali impianto e rete; mancanza di una normativa italiana chiara sul teleriscaldamento; necessità continua di biomassa.

SETTORI FILIERA	OPPORTUNITA'	MINACCE
Approvvigionamento biomassa	Continuo aumento superfici boschive; contributo dall'agricoltura e industria legname; promozione miscele sottoprodotti origine agro-forestali; pulizia alvei/argini fluviali; possibilità sviluppo aree svantaggiate; aumento incentivi per colture energetiche; continuo sviluppo tecnologico macchine.	Aumento intensità e frequenza calamità naturali; mancanza di politiche forestali chiare e stabili; abbandono comunità montane; continui aumenti costo carburanti; continua variazione prezzo cippato; continua deroga ai proprietari di terreni lontani dalle strade principali a bruciare le potature.
Ambiente	Valorizzazione ambientale dei boschi; controllo incendi; rifugio fauna e biodiversità; miglior uso del suolo e deflusso idrico.	Depauperamento risorse boschive; aumento rischio idrogeologico in aree intensamente sfruttate; instabilità suolo per mancate pratiche di ingegneria naturalistica.
Economia	Valorizzazione economica servizi ai settori interessati dalla filiera; possibile uso delle ceneri; valorizzazione scarti; possibile ruolo delle foreste e agricoltura come sink; aumenti e rafforzamenti delle prospettive delle aziende boschive	Alta concorrenza prodotti legnosi dall'estero; concorrenza cippato con industria del mobile per costruzione di pannelli in truciolato.

	locali grazie alla meccanizzazione delle varie fasi lavorative; ottimizzazione energetica delle case; conferma finanziamenti PSR 2014-2020.	
Comunità	Contributo a obiettivi nazionali ("pacchetto clima"); aumento collaborazione e cooperazione nella comunità; sensibilità ambientale; uso del bosco visto dalla nuova generazione come possibilità concreta di lavoro.	Abbandono comunità montane; aumento bollette teleriscaldamento; disagi per opere di manutenzione rete calore; attrito con organi politici locali.
Trasporto biomassa	Sistemazione strade montane.	Aumento costo gasolio.
Impianto di teleriscaldamento	Continua domanda di allacciamento al teleriscaldamento.	Incidenti e interruzioni servizio; possibili difficoltà rifornimento biomassa.

7.6 Interviste operatori del settore filiera legno-energia Tirano

Sono state fatte una serie di interviste ai vari soggetti protagonisti (tab. 7.1) della filiera legno-energia a Tirano, di seguito verranno esposte le domande con le relative risposte e commenti.

Intervista n°	Soggetto intervistato	Luogo	Data
1	Laura Ghilotti - responsabile commerciale segheria Ghilotti Giuseppe & figli Srl	Uffici segheria, Via Polveriera 5 Tirano (SO)	13/2/2014
2	Ing. Giulio Pennati - membro staff centrale Tirano	Centrale teleriscaldamento, Tirano (SO)	13/2/2014
3	Ferrari Piero – Titolare impresa commercio legnami	Uffici centrale teleriscaldamento, Tirano (SO)	13/2/2014
4	Puntel Carmelino - presidente consorzio forestale lombardo	Uffici centrale teleriscaldamento, Tirano (SO)	13/2/2014
5	Mazza Andrea - titolare azienda manutenzione boschiva	Intervista telefonica	17/2/2014
6	Simonini Vittorio – responsabile commerciale Simonini Snc biomasse	Intervista via email	18/2/2014

Tabella 7.1 – tabella riassuntiva soggetti filiera legno-energia intervistati.

7.6.1 Segheria Ghilotti Giuseppe & Figli S.r.l.

L'intervista è stata fatta a Laura Ghilotti, responsabile commerciale (acquisto e vendita) presso gli uffici della segheria a Tirano, azienda innovativa nel settore dei laminati e pavimenti in legno, è presente sul territorio da più di un secolo, è la segheria più antica della valle. L'oggetto dell'intervista riguarda il rapporto tra la segheria e la centrale di teleriscaldamento a seguito dell'instaurarsi della filiera legno-energia localmente.

Figura 7.1 – Visione dall'alto della segheria

1) Da quanti anni collabora con la centrale di teleriscaldamento di Tirano?

Collaboriamo con la centrale di tirano da sempre, cioè da quando nel 2000 hanno aperto.

2) Il conferimento degli scarti di legno vergine all'impianto termico vi comporta vantaggi ?

Si ci comporta vantaggi, i sottoprodotti che generiamo oltre ad usarli per l'alimentazione di due caldaie, per l'essicazione del legno, per il riscaldamento degli uffici della segheria e della casa padronale, li vendiamo alla centrale, attraverso contratti annui di fornitura, seguendo i prezzi delineanti dalla camera di commercio di Milano, inoltre non ci sono costi di trasporto in quanto l'impianto di teleriscaldamento è a soli 50 metri dalla segheria.

3) Mediamente qual è la quantità di biomassa che fornite annualmente?

Mediamente riforniamo la centrale con 10.000/12.000 mcs di cippato contenete cortecce, prodotte dalla scortecciatrice e scarti nella lavorazione del legname d'opera, per quanto riguarda la segatura invece la vendiamo ad aziende agricole come ammendante.

4) Se non ci fosse stata la centrale che fine avrebbero fatto gli scarti?

Prima della costruzione della centrale di teleriscaldamento gli scarti di legname venivano venduti alle cartiere di Milano (zona Rho), ora gli scarti vengono valorizzati sul posto e non a distanze così elevate.

5) Pensando a questi anni di esperienza come giudica il rapporto con la centrale?

Abbiamo un rapporto positivo, abbiamo sempre rispettato le scadenze di consegna e loro non hanno mai creato problemi, inoltre abbiamo anche rapporti di collaborazione come lo scambio di cippato, quando il nostro risulta troppo umido da usare per le nostre caldaie, loro ci danno uno più secco e quindi migliore.

Commenti:

Negli ultimi anni il conferimento della biomassa legnosa all'impianto dalle segherie è diminuito di molto, infatti è passato da una percentuale di 82,1% sul totale nel periodo 2007-2008 al 32,5 % nel periodo 2012-2013. Sono molte le cause che hanno portato a questa forte diminuzione, in primis il deterioramento dei rapporti tra centrale e alcune segherie imputato principalmente a richieste di aumento del prezzo del cippato e comportamenti non ottimali nel rispetto dei rapporti contrattuali, inoltre a causa dell'aumento dei costi di approvvigionamento di legname d'opera dai commerciati, che si inseriscono come intermediari tra il consumatore (segherie) e il privato o comune che gestisce il bosco, le segherie nell'ultimo periodo hanno lavorato meno legname quindi il volume degli scarti è sensibilmente calato.

In Italia non vige una vera e propria cultura del legno rispetto ad altre località vicine come la Svizzera e l'Austria, nonostante il nostro Paese abbia un potenziale boschivo interessante e invidiabile, si preferisce importare legname da questi posti con risparmi economici interessanti ma nessun vantaggio ambientale ed sociale. La mentalità dei proprietari dei boschi unita al forte peso burocratico sono le principali voci che influenzano lo sviluppo e la valorizzazione del settore boschivo italiano che direttamente influisce su quello delle segherie.

7.6.2 Centrale di teleriscaldamento Tirano

Per analizzare meglio le problematiche e i punti di forza dell'impianto di Tirano, è stato intervistato il responsabile della produzione elettrica che lavora presso l'impianto. Le domande seguenti sono state poste all'ing. Giulio Pennati che oltre a essersi messo a diposizione per le varie visite all'impianto ha fornito importanti suggerimenti per questo elaborato.

1) Quali sono i maggiori fattori che limitano la diffusione sul territorio nazionale delle centrali di teleriscaldamento a biomassa vergine?

Principalmente sono due: la mentalità e la burocrazia; la prima riguarda la disinformazione e lo scontro spesso con mentalità chiuse da parte degli organi politici e delle popolazioni che possono usufruire di questo servizio vantaggioso; la seconda riguarda invece l'iter burocratico italiano da seguire lungo tutte le fasi della filiera legno-energia, dalle autorizzazioni per abbattimento alberi fino ai permessi di costruzione dell'impianto di teleriscaldamento.

2) Cosa ne pensa dell'attuale politica incentivante italiana sulle FER? Cosa andrebbe migliorato?

L'attuale politica di incentivazione nazionale sulle biomasse energetiche è concentrata principalmente verso la sola produzione elettrica, scartando a priori quella termica, comportando così forti disequilibri tra le tue diverse tecnologie. Sarebbe utile fornire incentivi sicuramente sul contributo di calore venduto agli utenti del teleriscaldamento da biomassa vergine e inoltre fornire aiuti a sostegno degli

investimenti sulla rete di teleriscaldamento, attraverso contributi (es. conto capitale[37] e conto interessi[38]).

3) <u>Quali sono le caratteristiche principali che rendono l'impianto di Tirano così importante e studiato anche a livello internazionale?</u>

E' uno dei primi in Italia per l'utilizzo della biomassa legnosa come combustibile per il teleriscaldamento in un comune di dimensioni non piccole come quello di Tirano, inoltre sono state sperimentate una serie di tecnologie pioniere nel settore energetico italiano, un esempio è il sistema cogenerativo della Turboden, installato e collaudato in questo impianto.

4) <u>La Biomassa viene conferita all'impianto principalmente attraverso camion, ciò ha influenzato di molto il traffico pesante sulle strade di Tirano?</u>

Data la particolare posizione geografica di Tirano, localizzata su importanti arterie stradali tra Italia e Svizzera con la localizzazione di molte industrie e di località sciistiche, il traffico pesante è già saturo e non si riscontra quindi una variazione rilevante, bisogna però sottolineare che i camion che trasportano biomassa all'impianto hanno di fatto sostituito le numerose autocisterne che da Milano trasportavano il gasolio per i vecchi impianti di riscaldamento civili.

Commenti:

In paesi come la Svizzera, l'Austria e la Germania, dove la cultura del legno è molto sentita e valorizzata, l'uso delle centrali di teleriscaldamento è di fatto una realtà ben consolidata ed obbligatoria nella gestione del patrimonio boschivo. In Italia, questa cultura si è persa a causa della comodità fornita dai combustibili fossili provenienti dall'estero, nonostante ciò negli ultimi anni si sta riscoprendo questa cultura e pian piano cominciano a sorgere un po' ovunque in Italia gli impianti che usano biomassa legnosa a scopo energetico. A causa di una politica incentivante volta alla sola produzione di energia elettrica, attraverso impianti a basse rese e quindi ad alto consumo di biomassa, non si sta valorizzando nel giusto modo questa risorsa importantissima anzi si rischia di incentivare tecnologie non sostenibili e a forte rischio di speculazioni economiche. Le centrali a teleriscaldamento abbinate alla cogenerazione, sono in grado di raggiungere alte prestazioni e bassi consumi, rispetto alla sola produzione elettrica, comportando innumerevoli vantaggi alla comunità. Diminuendo il peso della burocrazia e modificando l'attuale assetto incentivante sulle FER in Italia, il numero di queste centrali può decisamente aumentare e influenzare positivamente le comunità in cui esse vengono costruite; secondo uno studio condotto dalla FIPER in Italia sarebbero più di 800 i

---

[37] Somme erogate dallo Stato per mezzo dei Ministeri e/o da altri Enti - Regioni, Province e Comuni, a cittadini, Enti Locali e Imprese, per la realizzazione di alcuni progetti. Nel caso specifico constano di interventi volti alla promozione di specifiche tecnologie nei settori dell'efficienza energetica e delle fonti rinnovabili. Il Contributo in conto capitale consiste nel classico contributo "a fondo perduto".

[38] Si tratta di un contributo che viene concesso quando si stipula un finanziamento a medio e lungo termine. Il contributo viene erogato direttamente dall'istituto finanziatore, il quale se ne servirà per abbassare il tasso di interesse applicato al finanziamento dell'impresa beneficiaria. L'entità dell'agevolazione è calcolata attualizzando la differenza tra tasso ordinario e tasso agevolato.

possibili comuni dove costruire impianti di teleriscaldamento, bisogna però sottolineare che questi impianti nascono principalmente per gestire i sottoprodotti generati dalla manutenzione boschiva ed altre attività agro-industriali presenti sul territorio, e non per lo sfruttamento indiscriminato dei boschi per motivi economici: questa fonte deve essere valorizzata non sprecata. Le attuali incertezze normative sulla reale natura del servizio di teleriscaldamento, sta creando problemi e incertezze sul futuro dell'impianto di Tirano. Esso è gestito da una società privata la TCVVV e quindi fornisce un servizio privato, ma recentemente il comune di Tirano ha deliberato che il teleriscaldamento è un servizio pubblico. Ciò se confermato comporterà problemi non indifferenti nella gestione del servizio, che si riverseranno purtroppo sugli utenti finali del servizio, attraverso aumenti sulle bollette. L'assenza di una chiara normativa sul teleriscaldamento comporta forti incertezze sul loro futuro, quindi oltre a diminuire il peso burocratico e fornire incentivi a sostegno occorre anche intervenire sulle norme che disciplinano questo servizio.

7.6.3 Azienda Ferrari Piero Legnami - Brusio (GR) – Svizzera

Figura 7.2 – Foto Ferrari Piero.

Ferrari Piero (fig. 7.2), titolare dell'azienda di estrazione, trasporto e commercio del legname che muove annualmente un volume di circa 42.000 mc di legname, grazie anche al contributo di operai specializzati e di macchinari all'avanguardia. L'azienda è localizzata a Brusio, Svizzera e date le dimensioni è una delle più importanti e influenti nella filiera della biomassa in Valtellina.

L'intervista è stata effettuata negli uffici della centrale di teleriscaldamento a Tirano e l'oggetto dell'intervista ha riguardato, oltre al rapporto lavorativo con la centrale, le opportunità e le minacce attuali nel settore evidenziando quali aspetti a livello nazionale italiano, confrontato con altri Paesi, necessitano di cambiamenti.

1) Quali sono le principali aree geografiche in cui lavorare (dove viene estratta la biomassa)?

Il bacino di estrazione è molto ampio: riguarda tutta la Svizzera, il sud dell'Austria e il nord Italia.

2) Quali sono secondo lei i maggiori vantaggi che comporta lavorare in Svizzera rispetto che in Italia?

Sicuramente ci sono maggiori agevolazioni burocratiche rispetto all'Italia e il controllo dei boschi è molto più rigoroso e gestito da un minor numero di personale che accelera l'iter burocratico assicurando così una gestione più fluida della risorsa, a parte questo per la mia esperienza non trovo altre grosse differenze tra i due stati.

3) La vostra Azienda possiede molti macchinari moderni e in grado di lavorare su varie tipologie di terreno, secondo lei quali sono i vantaggi nella meccanizzazione delle operazioni nel bosco?

Sicuramente la velocità e quindi il rendimento orario di biomassa che si ottiene nelle operazioni di estrazione del legname dai boschi, ottenendo così risparmi sui costi della manodopera, in quanto facciamo lo stesso lavoro ma in minor tempo. Data la grande estensione territoriale che copriamo annualmente, il fattore velocità ci assicura questo vantaggio e quindi siamo in grado di competere sul mercato.

4) Quali sono i macchinari che più di altri fanno la differenza in un lavoro moderno è più organizzato ?

I macchinari che maggiormente aiutano e accelerano il lavoro nei boschi sono i processori, macchine in grado di tagliare, sramare e misurare un legno d'opera ogni 50 secondi.

5) Anche in Italia sta diventando obbligatori i corsi di operatore boschivo cosa ne pensa ? è un vantaggio o uno ostacolo per lo sviluppo del vostro settore ?

Secondo me è molto utile e giusto seguirli in quanto insegnano agli addetti del settore come essere professionisti e quindi fare un lavoro più sicuro e curato. In Svizzera, Austria e Germania sono obbligatori ormai da più di vent'anni, in Lombardia sono obbligatori ma ci sono ancora alcune ditte che non sono ancora regolari sotto questo aspetto.

6) Con la costruzione di 3 centrali a biomassa legnosa in Valtellina è aumentata la concorrenza e i posti di lavoro del settore legno-energia? Voi avete ricavato qualche vantaggio ?

Si, i posti di lavoro sono sicuramente aumentati grazie alla nascita di un nuovo mercato che valorizza gli scarti del legname, mercato già esistente da molti anni fuori dall'Italia. Per quanto riguarda la nostra azienda abbiamo assunto nuovi lavoratori (2-3 unità), comunque date le nostre dimensioni avevamo già molti clienti in Svizzera l'aggiunta di nuovi clienti in Italia non fa molta differenza.

7) Nelle sue attività che percentuale ricopre il trasporto di biomassa legnosa per energia?

Il trasporto e il commercio di legna e cippato riguarda presso che il 30 % di tutte le nostre attività in quanto l'impresa nasce principalmente per il commercio di legname d'opera e i sottoprodotti generatiti da questa attività, come ramaglie e legno non d'opera, che vengono valorizzate grazie agli impianti di teleriscaldamento e dagli utenti che hanno stufe e caldaie a legna.

8) Per il trasporto di legna per energia quali sono i fattori che incidono di più ?

Noi seguiamo soltanto la legge dei mercati, quindi la domanda e l'offerta, trasportiamo la biomassa legnosa dove risulta più conveniente economicamente, infatti per questo motivo si importa molta legna dall'estero rispetto che a estrarla qui in Italia.

9) Mediamente qual è la quantità di biomassa che fornite annualmente all'impianto di Tirano?

Forniamo circa 30.000 q di legname sotto forma di tondame e circa 25.000 mcs di cippato ottenuto dalle operazioni di pulizia del bosco, infatti quando estraiamo legname da un bosco, i sottoprodotti originati durante le attività li portiamo via, puliamo sempre i boschi dove lavoriamo.

Commenti:

Le grandi aziende, come quella appena intervistata, che opera già da molti anni su più mercati (Svizzera e Austria) che riguardano sia il legname d'opera che per il legno a uso energetico, con capitali interessanti (macchinari moderni e di grosse dimensioni) e in grado di coprire quasi totalmente la filiera legno-energia, non risentono principalmente delle problematiche gestionali e burocratiche presenti in Italia nell'uso della risorsa boschiva. Grazie alla ampia esperienza maturata in Svizzera e Austria unita alla grossa dotazione meccanica a loro disposizione (processori, grossi trattori, camion, elicotteri) sono in grado di lavorare su ampie zone boschive in poco tempo e professionalmente, riuscendo ad ottenere grandi quantità di legname a prezzi competitivi. Grazie a queste caratteristiche sono in grado di dominare sul mercato del nord Italia, che dato il lungo periodo di letargo del settore boschivo, presenta poche aziende specializzate e di piccole-medie dimensioni. Il problema o la minaccia principale a cui sono soggetti questi piccoli imprenditori è proprio la forte concorrenza generata da queste grandi aziende che senza percepire incentivi nazionali e Europei a differenza delle piccole-medie aziende, riescono a controllare il mercato. Le piccole aziende boschive locali, invece risentono molto del peso burocratico e dei costi di gestione (costo carburante e manodopera) e ciò limita molto la loro sopravvivenza già profondamente aggravata dalla forte concorrenza delle grandi aziende estere, che vedono nel marcato italiano grandi opportunità di sviluppo.

7.6.4 Presidente Consorzio Forestale Lombardo

Figura 7.3 – Foto Puntel Carmelino.

Puntel Carmelino (fig. 7.3), presidente Consorzio Forestale Lombardo, inoltre ex presidente Consorzio Forestale Alta Valtellina e ex vicesindaco di Valfurva, personaggio molto conosciuto e stimato nell'ambiente dei consorzi forestali in Lombardia.

L'intervista è avvenuta all'intero degli uffici della centrale di Tirano e l'oggetto dell'intervista ha riguardato l'attuale situazione di salute dei boschi italiani, i principali problemi e le opportunità future per i boschi lombardi anche in riferimento ai vantaggi del teleriscaldamento.

1) Com'è la situazione dei boschi lombardi?

I boschi lombardi come tutti quelli italiani, al difuori del Trentino Alto Adige, sono in grossa sofferenza in quanto sono stati lasciati in stato di abbandono per più di quarant'anni, perché il mercato del legno si è rivolto verso la Svizzera, Austria, Germania e l'est Europa, dove i prezzi erano molto più favorevoli e inoltre il legname italiano era considerato di seconda categoria. Ma la situazione sta cominciando a cambiare un po', addirittura l'Austria sta comprando alcuni lotti boschivi qui in Italia e questo è un primo segnale positivo, inoltre si sta riscoprendo questa risorsa. Abbiamo alcuni boschi certificati, ad esempio qui in Valtellina ci sono quattro comuni che hanno i propri boschi certificati (Alta Valtellina) e gestiscono sia quelli di proprietà pubblica che privata attraverso i consorzi. Abbiamo una forte potenzialità che aspetta solo di essere usata, bisogna solo incentivare il suo utilizzo.

2) Da vari articoli e studi risulta che in Lombardia, come in quasi tutta Italia, il potenziale d'uso dei boschi sia poco sfruttato, per la sua esperienza questo potenziale è reale o no?

Si questa potenzialità esiste per davvero, noi stiamo usando neanche una minima parte del nostro potenziale, basti pensare che soltanto la crescita naturale del bosco nelle sole 24 ore, di quello prodotto ad esempio 100, noi ne consumiamo solo 20, il rimanente 80 continua ad aumentare e a sovraccaricare il bosco.

3) Quali sono i maggiori limiti che ostacolano l'accessibilità a questa fonte (legname nei boschi)?

Ci sono troppi vincoli in Italia, noi abbiamo i parchi, le zone a vincoli speciali (ZPS) e molto ancora, sono troppo tutelati i boschi e il loro utilizzo risulta spesso molto complicato e limitato. Quindi bisogna cominciare a limitare i vincoli, bisogna ragionare: se c'è un vincolo di protezione va bene non c'è problema ma bisogna essere liberi di pulirlo senza troppe barriere che rendono il lavoro molto lungo e complesso. Un secondo ostacolo sono le poche infrastrutture che possediamo, mancano le piste forestali e le strade che isolano i boschi e in caso di incendio sono difficilmente raggiungibili dai pompieri che se non hanno l'elicottero in zona non riescono ad attivarsi tempestivamente. La burocrazia sicuramente incide molto ed è un altro fattore importante, io non posso perdere tempo e soldi per faccende burocratiche quando posso lavorare e quindi generare un profitto, anche i continui corsi di specializzazione forestale fanno perdere molto tempo. I corsi per operatore di bosco sono fondamentali ma una volta fatto quelli di base gli altri risultano superflui, non bisogna esagerare perché se no fan perdere soltanto del tempo.

4) La manutenzione dei boschi è fondamentale per la stabilità dei suoli (dissesto idrogeologico)? Cosa ne pensa ?

La manutenzione boschiva è importantissima, abbiamo dei versanti stracarichi di legname e in alcuni casi pure ammalati che devono essere tagliati, dall'esterno sembrano sani e molto stabili ma se li tagliamo vediamo che dentro sono tutte macchiate e nella maggior parte questi versanti sono vicino a fiumi, strade, insediamenti quindi qui la manutenzione è fondamentale perché si va ad evitare dissenti.

5) La filiera legno-energia e quindi l'installazione di una centrale di teleriscaldamento alimentata a cippato come quella di Tirano può essere una valida soluzione per incentivare la manutenzione boschiva?

Senza le centrali di teleriscaldamento avremmo grossi problemi nello smaltimento degli scarti legnosi, perché le ramaglie e il legname macchiato non hanno mercato, quindi questa tecnologia è vantaggiosa e poi più grosse sono più smaltiscono prodotti con percentuali di umidità alte come le foglie. Noi avendo qui in Valtellina tre centrali siamo molto fortunati.

6) Sono aumentati i posti di lavoro nel settore boschivo negli anni seguenti all'insaturazione della filiera legno-energia in Valtellina? Qual è il trend dell'occupazione?

Qui in Valtellina è nato prima il consorzio forestale (Alta Valtellina) poi sono arrivate le centrali a biomassa questo perché il consorzio lavorava bene e non sapevano come gestire i sottoprodotti generati dalle attività di manutenzione boschiva e da qui è partita l'idea/esigenza del progetto del teleriscaldamento. Da qui in poi la filiera che si è sviluppata portando vantaggi economici e soprattutto ambientali, infatti qui a Tirano quindici anni fa quando non c'era il teleriscaldamento quando si veniva da Bormio e si scendeva non si riusciva a vedere la valle a causa di una coltre di fumo, ora alla mattina è tutto pulito questo perché ora sono pochi i caminetti accesi e sono pochissime le caldaie e gasolio.

7) Secondo lei quali sono i punti deboli della l'attuale gestione forestale in Lombardia/Sondrio?

Oltre alle solite problematiche burocratiche e di mentalità, vi è un altro grosso problema cioè abbiamo troppi enti che si occupano della gestione boschiva, se guardiamo in Svizzera c'è un'unica persona (dottore forestale) che gestisce un ampia area, invece noi qui abbiamo: il corpo forestale dello Stato, la guardie boschive comunali, la comunità montana, la provincia ecc, tutti enti che penalizzano e fanno perdere del tempo, bisogna cominciare a sburocratizzare, le domande di taglio le si fanno ad un unico ente, la divisa deve solo controllare dopo che si è fatto il taglio, controllare che si è fatto tutto bene, quindi che il staglio sia stato eseguito in modo regolare. La divisa non deve autorizzare ma deve solo svolgere un lavoro di controllo e sanzionare chi è inadempiente.

Commenti:

La cultura del bosco in Italia c'è sempre stata anzi i boscaioli del nord Italia sono ancora molto ricercati e riconosciuti all'estero, ma con l'era dei combustibili fossili, gli anni della plastica e dei serramenti in PVC, questa cultura è andava via via scemando e lasciando i nostri boschi in semi abbandono e come una vigna il bosco deve essere curato per dare i propri frutti. Secondo il signor Puntel la situazione nel nord Italia sta pian piano cambiando grazie anche alla nascita di centrali termiche alimentate a biomassa che hanno un ruolo fondamentale per il ritorno alla cura e al controllo dei nostri preziosissimi boschi. Lo Stato deve intervenire e aiutare dove gli investimenti in questo settore sono necessari e importanti come: la costruzione di nuove strade e di teleferiche per usufruire meglio di questa risorsa. Nei paesi come la Svizzera e l'Austria lo Stato da molti anni ormai

aiuta il settore forestale, in Austria ad esempio l'iva non è più un costo per le imprese boschive e ciò in un Paese come l'Italia che ha una tassazione molto più pesante (21/22 % iva) sembra impossibile. Oltre a questo in Italia si da più importanza alla conservazione dei boschi e non al suo uso e valorizzazione, infatti le aree protette e intoccabili sono molte e questo rischia di minacciare il bosco stesso che non viene pulito e curato ma viene lasciato crescere senza controllo. Bisogna inoltre eliminare qualche ente di troppo che gestisce il patrimonio boschivo, attualmente sono troppi e creano soltanto problemi, in Svizzera questo non accade perché sono davvero in pochi a gestire questo patrimonio, secondo Puntel bisogna incaricare un solo organo per le autorizzazioni al taglio e usare la guardia forestale solo per il controllo una volta finito le operazioni di taglio e non dargli altri compiti al difuori delle loro mansioni come purtroppo accade attualmente, infatti una parte del loro tempo e impiegato per mansioni di polizia locale. Abbiamo questo immenso tesoro dobbiamo sfruttarlo ed eliminare tutti i camion pieni di legna che arrivano dall'estero, quando abbiamo questa risorsa vicino a casa. La filiera e tutto l'indotto che si è generato sono importanti fonti di lavoro e benessere locali e non esteri come attualmente stiamo facendo, stiamo utilizzando legname derivante da filiere consolidate oltre il confine e non nel nostro territorio. All'estero ci sono aziende molto più grosse e meccanizzate, rispetto alle nostre, con produzioni orarie molto più elevate che effettivamente le rendono padroni del mercato e nel decidere il prezzo del legname, questo penalizza molto il settore italiano che ha ancora imprese piccole che utilizzano piccoli macchinari, ma la situazione lentamente sta cambiando in meglio grazie anche agli incentivi finanziari erogati dalla UE (Piani di Sviluppo Rurale, PSR) e la loro conferma per gli anni a venire. L'Europa ha capito che questi soldi sono investiti bene e stanno realizzando posti di lavoro, soprattutto per i giovani, che hanno un forte interesse verso il bosco, rispetto alla vecchia generazione.

7.6.5 Impresa boschiva Locale (Mazza Andrea)

Figura 7.4 – Foto Mazza Andrea.

Mazza Andrea (fig. 7.4), titolare piccola azienda di manutenzione boschiva presso Villa di Tirano (SO). L'intervista è stata fatta tramite telefono causa indisponibilità e riguardato principalmente le minaccie a cui sono soggeti e i vantaggi che hanno ottenuto dopo la costruzione delle centrali a biomasse. Nel settembre del 2013 ho assistito alle fasi di lavoro presso il cantire di taglio nella riserva protetta Pian Gembro (Villa di Tirano), i cui mi sono state spiegate e mostrate le principali tipologie di taglio e le procedure di sicurezza da seguire.

1) Com’era la situazione lavorativa prima della costruzione della centrale di teleriscaldamento di Tirano? E dopo è cambiata molto?

Prima della costruzione delle centrali a biomasse e della nascita del mercato delle ramaglie localmente, si tendeva a estrarre solo ciò che si poteva commerciare dal bosco quindi legname e un po’ di legna da ardere per il resto si lasciava il tutto sul posto. Prima non era economicamente possibile smerciare questi scarti quindi si depezzavano e venivano ammucchiati nei boschi.

2) Secondo lei quali sono i fattori che influenzano principalmente il vostro lavoro, che influenzano sulla quantità del lavoro?

I fattori che influenzano principalmente il nostro lavoro sono gli agenti atmosferici, infatti in questo periodo sono 2 mesi che siamo fermi perché non si riesce a far niente, o piove o nevica. Con questo tempo il lavoro con le motoseghe diventa davvero pericoloso, si può scivolare, si ha meno concentrazione, i vestiti pesanti si inzuppano e quindi si fa davvero fatica a lavorare inoltre gli operai si lamentano, se non ci sono delle scadenze da rispettare il lavoro ovviamente si arresta. Nel 2013 abbiamo perso un 30/40 % di ore lavorative proprio a causa del tempo, quest’anno la situazione non sembra cambiare, abbiamo iniziato malissimo. La burocrazia secondo me non influenza più di tanto perché ormai siamo più o meno tutti abituati al l’iter burocratico e sappiamo come gestirlo. Altri fattori riguardano la comodità del taglio, nel senso della raggiungibilità con le strade, la localizzazione nel bosco ecc. tutti elementi importanti per definire il prezzo del legname estratto.

3) Il costo del carburante quanto incide percentualmente sul bilancio?

Il costo del carburante incide notevolmente e risulta una voce importante nei costi, se ne fa un uso importante, i tutte le fasi dalle motoseghe alle jeep per raggiungere il sito di lavoro, agli argani, ai trattori ecc., siamo tutti legati dal discorso del carburante. Continua ad aumentare e di conseguenza sta influenzando molto sul piccolo margine di guadagno che avevamo.

4)Senza aiuti finanziari europei/nazionali ad esempio per l’acquisto di nuovi mezzi è possibile sopravvivere?

Questi contributi diciamo che hanno una doppia faccia cioè da una parte sono andati bene su certi aspetti nel senso che ci hanno invogliato a fare degli investimenti ma al tempo stesso hanno creato dei problemi sul mercato, molta gente tecnologicamente non pronta per fare certe cose ma in possesso dei capitali ha acquistato macchinari moderni senza saperne il loro vero utilizzo. Io ho avuto la possibilità di usarli ma l’ho fatto solo nel momento in cui ne avevo effettivamente bisogno e ci avevo pensato su un po’ mentre ci sono quelle persone che pensano che tanto ormai ci sono i contributi e non ci pensano su due volte ad usarli. Ci sono delle imprese qui che hanno acquistato dei macchinari che poi l’anno successivo li affittano o li rivendevano svalutandoli perché non sapevano cosa farci.

4) Si sente la concorrenza generata dalle grandi aziende che commerciano legname ?

Io non la sento più di tanto perché lo faccio per chi ha voglia realmente e seriamente di lavorare e per chi è capace di fare questo mestiere il lavoro lo trova, per cui la grossa azienda in questo caso non mi disturba più di tanto, il tutto se ovviamente si comporta correttamente, quindi non va a influenzate di molto i prezzi del legname o che non vada a monopolizzare tutto come spesso succede, facendo sparire i piccoli imprenditori. Per chi lavora bene, per chi ha voglia di lavorare e per chi è conosciuto non ci sono problemi nel trovare lavoro.

5) Cosa ne pensa del teleriscaldamento ?

La TCVVV penso sia stata l'unica società che ha trainato e portato avanti il discorso della filiera bosco-legno, al di là del teleriscaldamento penso che tutti gli altri si sono riempiti la bocca di belle parole, parlo delle istituzioni, organizzazioni varie che nella sostanza non hanno mai prodotto niente; la TCVVV appunto è l'unica società che ha prodotto qualcosa di serio e tangibile per la filiera, su questo non ci piove.

Commenti:

Intervistando due realtà completamente diverse che lavorano nello stesso settore, come la grossa azienda Svizzera e quest'ultima piccola e locale, sono evidenti le principali differenze: la prima di grosse dimensioni e con alti gradi di meccanizzazione in grado di lavorare tutto l'anno e di coprire grandi aree e di non risentire più di tanto dei fattori limitanti sottolineati da quello piccolo; nella seconda composta da pochi operai muniti di motoseghe che lavorano a diretto contatto con il bosco, sono direttamente influenzati dagli agenti atmosferici e dai costi del carburante che date le quantità di legname raccolto incidono molto sul bilancio finale, quest'ultime però grazie al lavoro di qualità che svolgono riescono a sopravvivere e a continuare a lavorare localmente. I fattori limitanti riscontrati nell'intervista riguardano più direttamente il lavoro diretto sulla fonte che rispetto a quello esterno rappresentato dalla burocrazia e la mentalità della società, fattori sottolineati nelle altre interviste, questo dimostra come i piccoli imprenditori locali italiani, nonostante le difficoltà che incontrano lungo il percorso si concentrino maggiormente sul proprio lavoro con passione e tenacia in quello che fanno, sia pur di piccolo conto nella totalità della filiera. Soltanto con la voglia di lavorare e di impegnarsi seguito dalla coscienza di un uso sostenibile del nostro patrimonio boschivo saremo in grado di raggiungere gli stessi livelli di produzione degli Stati oltre i nostri confini.

L'argomento riguardante gli aiuti di finanziamento europei/nazionali sull'acquisto di macchinari nuovi ha riscontrato delle imperfezioni nel modello, infatti la grande disinformazione mostrata dai piccoli imprenditori o privati locali ha portato all'acquisto di macchinari inutili adatti più a una clientela professionale e tecnologicamente più sviluppata, con il conseguente spreco di fondi che se gestiti in altro modo avrebbero generato diversi benefici. La costruzione del teleriscaldamento riscontra pure qui grossi consensi ed effettivamente ha aiutato e incentivato il ritorno alle cure del

bosco, la creazione di un mercato degli scarti legnosi ha contribuito moltissimo alla filiera e società come la TCVVV che crede in queste opportunità ha valorizzato molto il settore delle biomassa in questa valle.

7.6.6 Azienda autotrasporti (Simonini S.n.C.)

Per concludere le interviste delle varie figure della filiera legno-energia in Valtellina, è stato contattato, tramite email, il responsabile commerciale, Simonini Vittorio, della ditta di trasporti Simonini S.n.C. con sede a Chiuro (SO). Il trasporto è una fase importante nella filiera e questo contributo non poteva quindi mancare.

1) Quale percentuale del totale dei vostri trasporti riguardano il trasporto di cippato ?

Circa il 99 % dei trasporti che effettuiamo annualmente, quindi la quasi totalità.

2) Per il trasporto biomasse avete come unico cliente la centrale di teleriscaldamento di Tirano o altri clienti?

La centrale di Tirano è nostro cliente dall'apertura dell'impianto, ma non è il nostro unico cliente infatti successivamente abbiamo aggiunto altri clienti regionali anche per sopperire al rallentamento delle forniture di biomassa nel periodo estivo.

3) Qual è mediamente la quantità di cippato che annualmente trasportate e quale di essa finisce all'impianto ?

Annualmente trasportiamo circa 50.000 mcs di cippato, di questi circa 30.000 mcs finisco all'impianto di Tirano.

4) L'opportunità offerta dal trasporto di biomassa per la filiera legno-energia a Tirano via ha permesso di ottenere più lavoro e/o possibilità di nuove assunzioni ?

Il carico di lavoro è indubbiamente aumentato ma il numero dei dipendenti è rimasto invariato.

5) Secondo voi gli impianti di teleriscaldamento come quello di Tirano portano dei vantaggi a chi fa il suo stesso lavoro?

Certamente, è un mercato in crescita e vista l'attuale situazione che vede gli altri settori in piena recessione è sicuramente una cosa positiva e vantaggiosa per il nostro settore.

6) Il trasporto di cippato fa muovere un bel po' di camion, a voi sembra che la gente si lamenti per l'aumento del traffico pesante ?

No non si lamenta nessuno anche perché ogni 5 camion di cippato che si usano eliminiamo dalla strada un'autocisterna che trasporta gasolio, certamente quest'ultimo molto più rischioso e dannoso per l'ambiente.

7) Quanto pesa il costo del carburante in percentuale sui costi finali del trasporto del cippato?

Circa il 10 % di costo sul prodotto finale anche se cerchiamo di viaggiare il meno possibile a vuoto.

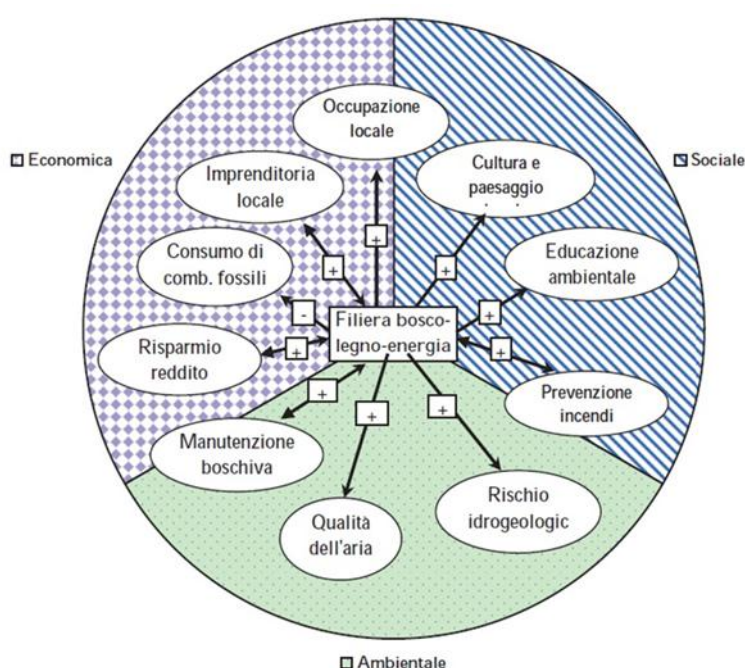
8) C'è molta concorrenza per il trasporto della biomassa all'impianto di Tirano?

C'è lavoro per tutti, è un lavoro abbastanza specialistico.

Commenti:

L'intervista si è volta via email a causa di problemi di reperibilità e tempistiche quindi le risposte sono molto dirette e sintetiche, c'è poco margine per i commenti. I punti più importanti da sottolineare sono: in primo luogo il fatto che le centrali di teleriscaldamento costruite in Valtellina hanno di fatto aumentato la quantità di lavoro per gli autotrasportatori che data la continua domanda di cippato, dovuto alle grandi potenze in gioco e al basso PCI contenuto nel cippato, hanno generato un mercato con poca concorrenza e buone opportunità di lavoro, un comportamento in contropendenza rispetto alle altre aziende che risentono molto dell'attuale crisi; in secondo luogo i camion di cippato hanno sostituito gran parte delle autocisterne che trasportavano gasolio da località molto distanti (es. Milano) per rifornire le caldaie nei centri abitati. La città di Tirano con vari aziende e infrastrutture stradali di collegamento con le principali città non risente più di tanto dell'aumento del traffico pesante prodotto dal trasporto del cippato, in quanto il traffico pesante risultava già di per se saturo, ma in località piccole come Santa Caterina Valfurva la differenza la si nota in quanto il traffico pesante era quasi nullo prima della costruzione dell'impianto di teleriscaldamento.

Conclusioni

L'avvio di centrali di teleriscaldamento a biomassa in Valtellina, dotata di ampia superficie boschiva in parziale stato di abbandono, ha permesso di promuovere la manutenzione boschiva e il incentivare lo sviluppo locale derivante dall'indotto della filiera legno-energetica che ruota attorno ad esso. La riuscita di una filiera energetica a livello locale, come quella valtellinese, è dimostrata dal raggiungimento dei risultati positivi raggiunti a livello socio-economico ed ambientale. La figura sotto mostra schematicamente i principali benefici ottenuti dalla gestione sostenibile della filiera bosco-legno-energia.

Rappresentazione schematica sostenibilità filiera bosco-legno-energia.

Sostenibilità ambientale

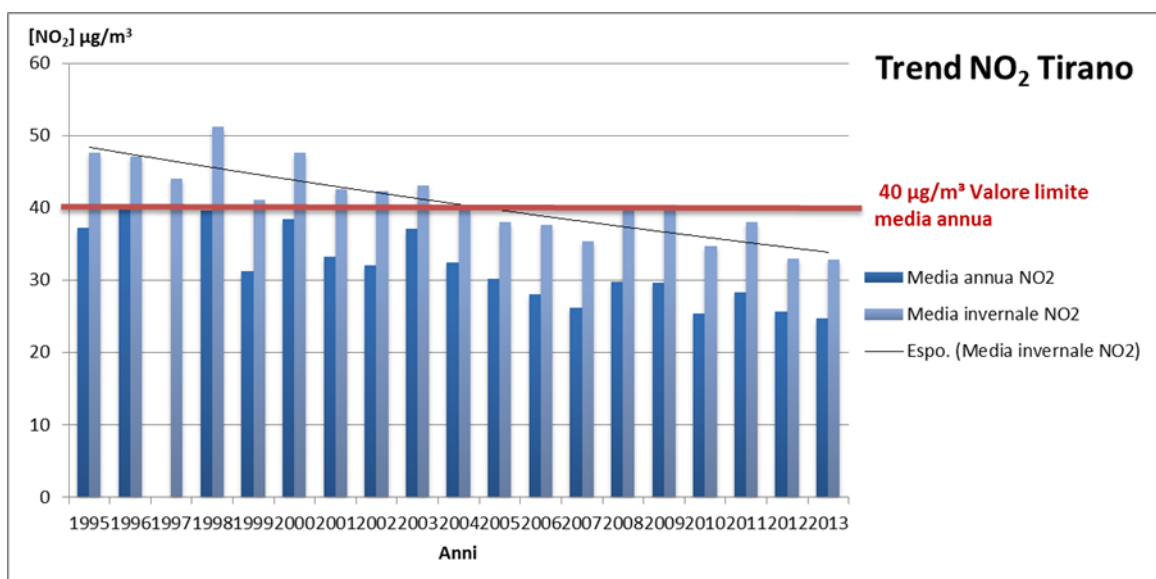
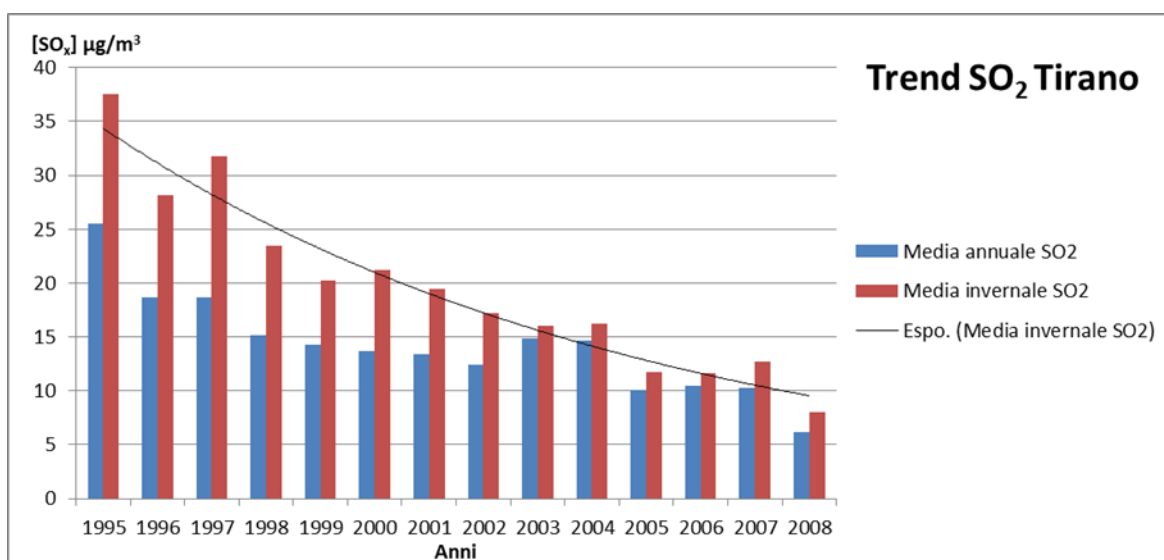
Dall'analisi condotta, le centrali di teleriscaldamento rappresentano un volano di sviluppo locale e la possibilità di garantire la manutenzione forestale, attraverso l'approvvigionamento dei cascami del legname (cippato). Un bosco curato e sano rende il suolo più stabile e meno soggetto a smottamenti e incendi, inoltre attraverso l'uso di materiale estratto dai boschi (tronchi) e le tecniche fornite dall'ingegneria naturalistica è possibile stabilizzare ulteriormente i versanti rivolti verso strade, fiumi e centri abitati. Nel contesto valtellinese, i soggetti intervistati elogiano la presenza degli impianti di teleriscaldamento, che grazie all'acquisto di biomassa legnosa di scarto, hanno creato interessanti prospettive di lavoro per un orizzonte temporale di almeno 30 anni (vita utile dell'impianto), risvegliando così le attività boschive dormienti e la coscienza ambientale delle popolazioni verso la cultura dei boschi (multifunzionalità).

Altro beneficio ambientale derivante dalla presenza delle centrali è legato al miglioramento della qualità dell'aria. La chiusura di migliaia di caminetti e la sostituzione di caldaie a gasolio, con scambiatori di calore, nei comuni valtellinesi allacciati al teleriscaldamento, hanno ridotto le emissioni inquinanti in atmosfera, principalmente SOx e NOx (principali fonti di emissioni da impianti di riscaldamento), migliorando conseguentemente la qualità dell'aria. Le emissioni prodotte dalle centrali termiche a biomasse presentano valori ampiamente sotto il livello della normativa vigente (D.lgs. n.152/2006 Allegato I parte III) garantendo quindi emissioni basse e non nocive. Tirano e tutti i comuni presenti nel fondo valle, presentano problemi di concentrazioni d'inquinanti nel periodo invernale a causa di un particolare fenomeno climatico chiamato inversione termica[39], la temperatura dell'aria aumenta con la quota invece di diminuire impedendo così la dispersione degli inquinanti. L'eliminazione delle sorgenti di inquinamento (caldaie a gasolio) ha contribuito alla riduzione di questi livelli. lo confermano i dati forniti dall'ARPA, riguardanti le medie annue e invernali (dal 1 ottobre al 31 marzo di ogni anno) delle concentrazioni di NO_2[40] e SO_2[41] nel comune di Tirano, rappresentati graficamente nei grafici della pagina seguente. Dai risultati ottenuti è evidente il trend di riduzione delle concentrazioni degli inquinanti prima e dopo l'installazione della centrale di Tirano. Bisogna precisare che la riduzione delle concentrazioni non sono imputabili al solo uso del teleriscaldamento ma anche alla sostituzione dei veicoli diesel euro 0 e 1.

---

[39] Si tratta di un fenomeno tipico delle vallate che si sviluppano nella direzione Est-Ovest, che si verifica generalmente nel periodo invernale, quando l'irraggiamento solare raggiunge a fatica, o non raggiunge affatto, buona parte fondo valle. Nel caso della Valtellina è la catena delle Orobie a fare ombra sul fondo valle, mentre gli strati alti dell'aria si riscaldano nel corso della giornata, anche per il maggiore soleggiamento del versante retico. L'inversione termica di fatto impedisce la dispersione degli inquinanti negli strati alti dell'atmosfera, favorendone l'accumulo nel fondo valle.

[40] Gli ossidi di azoto in generale (NOX), vengono prodotti durante i processi di combustione ad alta temperatura a causa della reazione che avviene tra l'azoto e l'ossigeno contenuti nell'aria. In particolare sono emessi da impianti di riscaldamento, motori dei veicoli, combustioni industriali, centrali di potenza, ecc.. L'NO2 è un inquinante per lo più secondario, che si forma in seguito all'ossidazione in atmosfera dell'NO, relativamente poco tossico. Esso svolge un ruolo fondamentale nella formazione dello smog fotochimico in quanto costituisce l'intermedio di base per la produzione di inquinanti secondari molto pericolosi come l'ozono, l'acido nitrico, l'acido nitroso. Una volta formatisi, questi inquinanti possono depositarsi al suolo per via umida (tramite le precipitazioni), dando luogo al fenomeno delle piogge acide, con conseguenti danni alla vegetazione e agli edifici. Gli NOX, ed in particolare l'NO2, sono gas nocivi per la salute umana in quanto possono provocare irritazioni delle mucose, bronchiti e patologie più gravi come edemi polmonari.

[41] Il biossido di zolfo, o anidride solforosa, è un gas la cui presenza in atmosfera è da ricondursi alla combustione di combustibili fossili contenenti zolfo, quali carbone, petrolio e derivati.

Trend concentrazione NO_2 Tirano 1995-2013 (ARPA Sondrio).

Trend concentrazione SO_2 Tirano 1995-2008 (ARPA Sondrio).

Sostenibilità economica

La pulizia del bosco insieme alla lavorazione del legno nelle segherie e alle ampie coltivazioni della vite e delle mele, producono annualmente ingenti quantità di scarti legnosi, che fino allo scorso secolo non erano valorizzati localmente. Il conferimento della biomassa legnosa residua alle centrali di teleriscaldamento hanno indubbiamente prodotto importanti effetti benefici sul territorio come: opportunità e alternative di reddito alle imprese agricole e forestali che valorizzano la propria biomassa e tariffe agevolate per le utenze termiche finali anche sulle bollette della luce grazie all'eliminazione dei boiler. Dall'ultimo aggiornamento dell'Albo delle Imprese boschive lombarde[42], risultano iscritte ben 245 imprese boschive in possesso di tutti i requisiti richiesti, di cui 33 solo nella provincia di Sondrio.

[42] Decreto n. 3951 del 13/05/2013 Regione Lombardia.

Anche le aziende di trasporto hanno ricavo opportunità lavorative: il comportamento in controtendenza del mercato del trasporto del cippato che a differenza di altri settori (legname d'opera) non risente minimamente della crisi.

Sostenibilità sociale

Secondo i dati ottenuti dalla TCVVV sui questionari riguardanti la qualità del servizio, i motivi che hanno spinto gli utenti ad aderire al teleriscaldamento riguardano più gli aspetti ambientali che quelli economici (risparmio bollette); infatti le motivazioni principali sono ricondotte a: la riduzione dell'inquinamento, rispetto ambientale e l'uso di combustibili verdi come il cippato al posto dei combustibili fossili. Questo punto è importante perché mostra come la sensibilità ambientale e la conoscenza dei vantaggi positivi offerti da questa tecnologia sono presenti nella comunità. Nell'allegato I è possibile osservare i grafici relativi ai risultati dei questionari sul servizio del teleriscaldamento nei tre comuni valtellinesi. Inoltre l'uso di scambiatori di calore, controllati dalla centrale, ha eliminato tutti quei pericoli determinati dalle possibili fuoriuscite di gas o da possibili incendi e/o esplosioni, garantendo quindi una sicurezza in più negli ambiti domestici.

Criticità filiera legno-energia

Le principali criticità riscontrate in Valtellina coinvolgono i diversi anelli della filiera legno-energia .

Riguardo la filiera a monte:

- eccessiva burocrazia da esplicare ancor prima di iniziare i lavori all'interno dei boschi;
- forte frammentazione delle proprietà boschive. A titolo di esempio, in Lombardia oltre il 65 % della superficie boschiva in media regionale risulta essere privata;
- infrastrutture boschive carenti. Negli ultimi anni sono state realizzate nuove strade, ma in numerosi casi essa è stata progettata più al servizio dei vari nuclei di case sparsi sul territorio che in funzione forestale;
- politica forestale passiva, rivolta più alla protezione e conservazione del patrimonio boschivo che alla gestione attiva dello stesso;
- condizioni climatiche particolari. Periodi lunghi con alternanza di piogge e neve, limitano e creano problemi di sicurezza per i lavori all'interno dei boschi.

Sulla Filiera a valle:

- mancanza di una chiara definizione del servizio del teleriscaldamento. Questa mancanza sta creando problemi e incertezze sul futuro dell'impianto di Tirano, dopo che il comune ha definito il servizio di teleriscaldamento quale servizio pubblico locale;
- squilibrio negli incentivi tra produzione elettrica e termica. L'attuale panorama degli incentivi sulle FER premia la sola produzione di elettricità e non di calore. Questo ha generato uno spostamento del mercato del cippato verso le centrali che producono soltanto energia elettrica, con aumenti vertiginosi del costo del combustibile;

- mancato riconoscimento uso ceneri a fini agricolo. Secondo l'attuale legislazione le ceneri derivanti dalla combustione della biomassa legnosa sono classificate rifiuti non pericolosi e quindi e devono essere smaltiti rappresentando un costo anziché un'opportunità di impiego, quale ammendante e fertilizzante naturale.

Fra tutti i soggetti della filiera valtellinese analizzati l'anello più debole è rappresentato dal il comparto forestale che non riesce a crescere dimensionalmente e ad avviare nuovi investimenti, pur avendo a monte un settore di prima lavorazione del legno molto forte e il supporto di impianti di teleriscaldamento a biomassa. Per favorire lo sviluppo del comparto risulta prioritaria una rivisitazione della politica forestale nazionale attiva che:

1. faciliti l'ingresso nelle proprietà boschive sia pubbliche che private per le operazioni di manutenzione e pulizia;
2. controlli i boschi una volta che le operazioni di esbosco siano finite;
3. finanzi investimenti mirati sulla viabilità forestale e su tutte quelle opere che possono contribuire ad abbattere i costi di accessibilità al bosco;
4. adotti una programmazione seria delle utilizzazioni, approfittando delle politiche di sostegno già operative, e adottare nuovi processi di filiera che consentano alle imprese boschive di concentrarsi sul loro core business, cioè i tagli e le attività selvicolturali;
5. evidenzi la multifunzionalità del bosco.

Identificazione Buone Pratiche

L'Agenzia Internazionale dell'Energia (IEA), nella sua istruttiva sintesi sullo sviluppo del progetto delle bioenergie e nella fornitura di biomassa in Europa, sottolinea che l'essenza di ogni buona pratica[43] si può sintetizzare nella sua sostenibilità: ogni buona pratica dovrebbe essere eco-compatibile, economicamente sostenibile e socialmente accettabile (IEA, 2007). Seguendo il riepilogo delle buone pratiche, fornite dalla IEA, nel campo della gestione sostenibile delle bioenergie e confrontandole con i risultati ottenuti fino ad ora, possiamo di seguito elencare le buone pratiche evidenziate dallo studio della filiera legno-energia a Tirano:

- utilizzo delle risorse presenti sul territorio. Lo sviluppo di una filiera di approvvigionamento locale comporta brevi distanze e minor costi nel trasporto della biomassa con conseguenti benefici ambientali per la riduzione di emissioni di CO_2 nel trasporto;
- partecipazione e collaborazione delle autorità comunali e regionali, insieme ai cittadini, sia come consumatori di energia sia come investitori negli impianti e nelle attività partecipi nell'indotto della filiera;

[43] Il Parlamento Europeo sottolinea l'ambiguità del concetto di buona pratica e il fatto che non c'é una dottrina generale o metodo comunitario empirico adatto per identificare e promuovere 'il capitale di buone pratiche'. Tuttavia una pratica potrebbe essere descritta come 'buona' se soddisfa certi criteri in termini di qualità, efficacia e funzionamento (PE, 2008).

- progettazione e localizzazione dell'impianto di teleriscaldamento, in funzione della capacità di approvvigionamento in filiera corta, valutando tutti gli elementi di sostenibilità per un impianto "a misura" del territorio;
- utilizzo delle migliori tecnologie per la produzione di energia ad alto rendimento e continui investimenti in innovazione per ridurre il consumo del combustibile;
- miglior uso del calore non fatturato (es. bassa domanda di calore nel periodo estivo) grazie alla cogenerazione e l'aumento dei profitti attraverso la vendita dell'energia elettrica prodotta;
- Richiesta di calore per un periodo sufficiente a giustificare la costruzione dell'impianto (inverni lunghi e non troppo miti).

Il terzo punto è fondamentale, in quanto durante la fase di progettazione dell'impianto di conversione delle biomasse, bisogna valutare la capacità potenziale di rifornimento locale della biomassa e successivamente dimensionare la potenza installata, evitando così di acquistare la totalità o quasi del combustibile fuori dalla filiera corta. In un'intervista rilasciata da Walter Righini si sottolinea questo aspetto importante:

"….il primo criterio di scelta, adottato da FIPER per l'avvio di una centrale di teleriscaldamento, riguarda l'analisi della disponibilità di biomassa presente sul territorio dove sarà installato l'impianto. Le dimensioni dell'impianto sono stabilite in funzione della capacità di approvvigionamento in filiera corta, della biomassa legnosa. E' necessario quindi valutare la disponibilità effettiva di superfici forestali e agricole e la loro accessibilità".

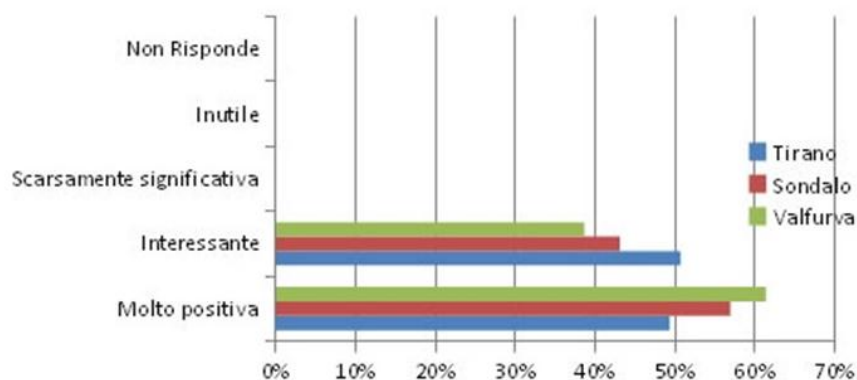
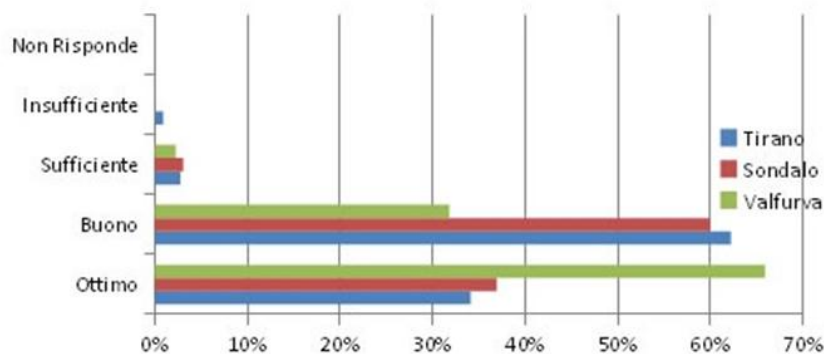
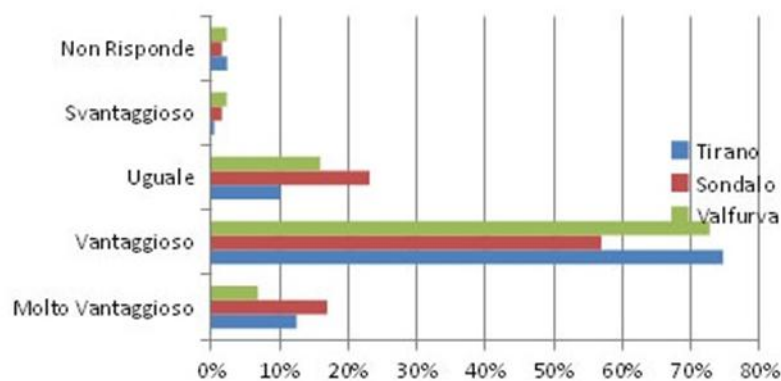
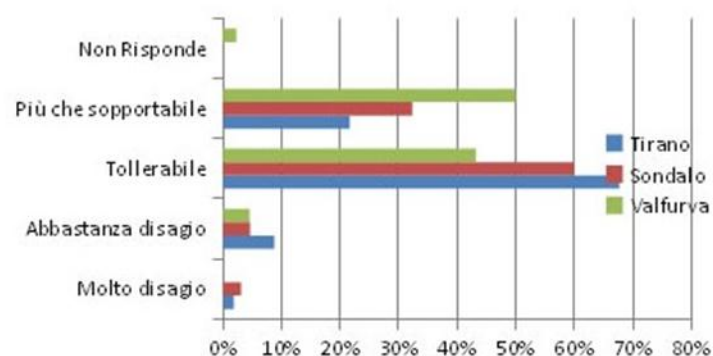
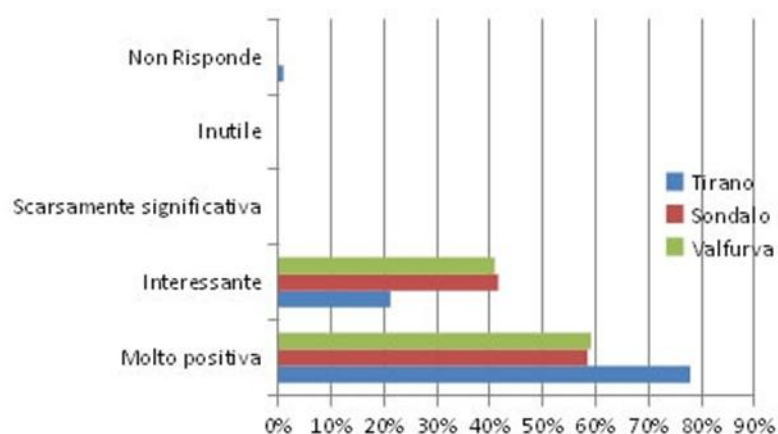
I punti appena elencati sono da ritenersi basilari per la costruzione di centrali termiche e cogenerative a biomasse, che siano il più possibile sostenibili sul territorio in cui vengono installate.

Commenti personali

L'elaborato, eseguito analizzando la teoria disponibile in letteratura unita alle visite nei luoghi della filiera energetica di Tirano e alle interviste fatte ai principali stakeholders, mi ha permesso di aumentare la consapevolezza del potenziale energetico che dispone l'Italia a partire dall'impiego virtuoso delle risorse rinnovabili presenti sul territorio. Ad esempio, l'impiego delle biomasse legnose presenti in gran quantità e non sfruttate, posso diminuire la dipendenza dell'Italia dai combustibili fossili. Inoltre mi ha fatto comprendere come l'Italia abbia forti potenzialità e persone con voglia di lavorare e mettersi in gioco. Sarebbe opportuno che anche a livello governativo, aumentasse la consapevolezza del valore strategico che la filiera legno-energia può svolgere nella salvaguardia del territorio e nella produzione di energia rinnovabile.

Abbiamo le idee, le persone e le risorse naturali; dobbiamo soltanto usarle!

Allegato I

Grafici customer satisfaction servizio teleriscaldamento comuni di Tirano, Sondalo e Valfurva.

I disagi causati con i lavori lungo le vie cittadine per la posa delle tubazioni in che misura ritiene abbiano gravato sulla cittadinanza:

Oltre agli aspetti prettamente economici come considera l'utilizzo delle energie rinnovabili? (biomasse)

Bibliografia

A. BARTOLAZZI (2006), Le Energie Rinnovabili, Edizioni Hoepli.

AMBIENTE VALTELLINA ONLUS (2007), Progetto Pilota per il rilancio della filiera bosco legno e per la valorizzazione dell'ambiente in Valtellina.

APAT (2003), Le biomasse legnose: Un indagine sulle potenzialità del settore forestale italiano nell'offerta di fonti d'energia.

ARPA (2008), Rapporto sullo stato dell'ambiente in Provincia di Sondrio.

B. BALDISSARA, U. CIORBA, M. GAETA, M. RAO, M. R. VIRDIS (2013), Rapporto energia ambiente, verso un'Italia low carbon: sistema energetico, occupazione e investimenti, ENEA.

C. MARCIANO', T. STILLITANO (2009), Il valore potenziale dei sistemi forestali e potenzialità delle biomasse legnose a fini energetici.

CAMERA DI COMMERCIO ROMA (2013), Gli impianti a biomasse in partenariato pubblico privato, manuale operativo.

D. PETTENELLA, N. ANDRIGHETTO (2011), Le biomasse legnose a fini energetici in Italia: uno sleeping giant?, Agriregioneuropa.

D. STORTI, L'analisi SWOT, Istituto Nazionale di Economia Agraria.

E. BONARI, R. JODICE, S. MASINI (2009), L'impresa agroenergetica, Edizioni Tellus.

ERSAF (2010), Uso del suolo in Regione Lombardia, i dati Dusaf.

F. CELONA (2012), Rapporto sullo stato delle foreste in Lombardia, ERSAF.

F. MAGNANI (2005) Carbonio, energia e biomasse forestali: nuove opportunità e necessità di pianificazione. Forest@, pp. 270-272.

F. VIGANO' (2009), Biomass Energy Report: il business delle biomasse e dei biocarburanti nel sistema industriale italiano, pp. 11-84.

F.PRETI (2004), Sistemazioni idraulico-forestali e ingegneria naturalistica.

G. MEZZALIRA, M. BROCCHI COLONNA, M. VERONESE (2003), Come produrre energia dal legno, Quaderno ARSA 3/2003.

H. HASENAUER, The importance of forestryto the carbon balance, Forestry Institute, Department of Forestand Soil Sciences, Vienna University of Natural Resources and Applied Life Sciences.

ISPRA (2011), Emissione di gas serra e interventi compensativi nel settore forestale: un'applicazione ai boschi del comune di Acerno (SA).

ISPRA (2013), Linee guida per la valutazione del dissesto idrogeologico e la sua mitigazione attraverso misure e interventi in campo agricolo e forestale, manuali e linee guida.

L. AGOSTINETTO, L. BARELLA, S. DIMARTINO (2007), La produzione di biomasse legnose a scopo energetico: approfondimenti tecnici di filiera, Veneto Agricoltura.

L. BROTTO, L. CICCARESE, V. GIULIETTI (2009), Gli accordi Volontari per la compensazione della CO_2, indagine conoscitiva per il settore forestale in Italia, Quaderno 2, INEA.

L. CESARO, R. ROMANO, C. ZUMPANO (2013), Foreste e politiche di sviluppo rurale: stato dell'arte, opportunità mancate e prospettive strategiche, INEA.

L. CICCARESE, Foreste e politiche di mitigazione dei cambiamenti climatici: quali opportunità di mercato per i proprietari forestali ?

M. BIANCHI, P. R. SPINA, G. TOMASETTI, D. FORNI, E. FERRERO (2009), Le tecnologie innovative ed efficienti nei sistemi di generazione in assetto co-trigenerativo e nei sistemi integrati con unità a pompa di calore nelle applicazioni industriali e del terziario, ENEA.

M. CARELLI, M. CERIANI, E. VALBUZZI, Analisi del dissesto da frana in Lombardia.

M. FEROCI (2009), Uso e consumo del bosco.

M. FIALA (2012), Energia da biomasse agricole, Rimini, ImpresAgricola.

M. G. MAMMUCCINI (2004), Multifunzionalità del bosco: nuovi scenari per la ricerca e l'innovazione.

MAKEITBE, Sviluppo di strumenti decisionali per favorire la nascita di filiere bio-energetiche locali e regionali.

R. DRIGO, G. CHIRICI, B. LASSERRE, M. MARCHETTI (2007), Analisi su base geografica della domanda e dell'offerta di combustibili legnosi in Italia.

R. ROMANO e F. DI PIETRO (2011), I boschi Italiani. Strategie di mitigazione e adattamento dei cambiamenti climatici, Rete Rurale Nazionale 2012-2013.

REGIONE LOMBARDIA (2009), Gestione e valorizzazione in sicurezza degli alberi forestali in Provincia di Sondrio.

REGIONE LOMBARDIA, Documento Strategico per lo Sviluppo Rurale 2014 – 2020.

REGIONE PIEMONTE, Tecniche di sistemazione idrogeologica-naturalistica.

S. CASTELLI (2011), Biomasse ed energia, Rimini, Ambiente Territorio Edilizia Urbanistica.

S. NOCENTINI (2011), I distretti energetici agroforestali fra sostenibilità economica e tutela ambientale. L'Italia Forestale e Montana, pp. 263-266.

S. NOCENTINI, N. PULETTI, D. TRAVAGLINI (2011), Pianificazione e uso sostenibile delle risorse forestali nella filiera legno-energia. L'Italia Forestale e Montana, pp. 293-303.

V. FRANCESCATO, E. ANTONINI, L. ZUCCOLI BERGOMI (2009), Legno e cippato, AIEL.

Sitografia:

http://www.fiper.it/ - Sito FIPER (Federazione Italiana Produttori di Energia da Fonti Rinnovabili).

http://www.aiel.cia.it/ - Sito AIEL (Associazione Italiana energie agroforestali).

http://www.inea.it/ - Sito INEA (Istituto Nazionale di Economia Agraria).

http://ita.arpalombardia.it/ita/index.asp - Sito ARPA Lombardia (Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale).

http://www.isprambiente.gov.it/it - Sito ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e Ricerca Ambientale).

http://sirena.cestec.eu/sirena/index.jsp - Sito SIRENA (Sistema Informatico Regionale Energia Ambiente).

http://www.tcvvv.it/ - Sito Società TCVVV (Teleriscaldamento Cogenerazione Valtellina Valchiavenna Valcamonica).

http://www.enea.it/it - Sito ENEA (Agenzia Nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico).

http://www.sviluppoeconomico.gov.it/ - Sito del Ministero dello Sviluppo Economico.

http://www.itabia.it/ - Sito Associazione Italiana Biomasse.

http://europa.eu/index_it.htm - Sito ufficiale dell'Unione Europea.

http://www.regione.lombardia.it/ - Sito Regione Lombardia.

http://www.ersaf.lombardia.it/ - Sito ERSAF (Ente Regionale per i Servizi all'Agricoltura e alle Foreste).